

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
Южно-Уральский государственный университет
Кафедра органической химии

547(07)
В 24

Д.Г. Ким, А.В. Журавлёва, Т.В. Тюрина, Е.А. Родионова

ВВЕДЕНИЕ В ОРГАНИЧЕСКУЮ ХИМИЮ

Учебное пособие

Челябинск
Издательство ЮУрГУ
2009

УДК 547(075.8)
В 24

*Одобрено учебно-методической комиссией
химического факультета*

*Рецензенты:
Д. х. н., профессор Козьминых В.О.,
заведующий кафедрой химии Пермского государственного
педагогического университета*

*Оренбургский государственный университет
Кафедра органической химии Пермского государственного
университета, зав. кафедрой, д.х.н., профессор Шуров С.Н.*

В 24 Введение в органическую химию: учебное пособие/ Д.Г. Ким, А.В.Журавлёва, Т.В.Тюрина, Е.А.Родионова. - Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2009. - 164 с.

Учебное пособие «Введение в органическую химию» составлено в соответствии с программой дисциплины «Химия» для студентов-заочников высших учебных заведений.

Задачи пособия включают следующие темы: углеводороды, кислородсодержащие, азотсодержащие и гетероциклические органические соединения.

Каждый раздел содержит краткое теоретическое введение, в котором рассматриваются основные понятия и реакции, необходимые для решения заданий по данной теме. После теоретического введения дается список задач и упражнений по номенклатуре, изомерии, строению, синтезу и свойствам органических соединений. Также включены задачи на знание механизмов основных реакций органической химии (радикальные, ионные и перициклические) и оценку реакционной способности органических соединений. Пособие составлено на основе материалов известных учебных пособий и содержит 547 задач и упражнений. Большинство задач составлено самими авторами.

В пособие включены методики лабораторных работ по органической химии, которые охватывают основные классы органических соединений: углеводороды, кислородсодержащие, азотсодержащие и гетероциклические соединения.

Учебное пособие предназначено для самостоятельной работы студентов на практических занятиях и может быть использовано для текущего контроля знаний студентов-заочников.

В пособии приведены примеры решения некоторых задач по каждой теме.

УДК 547(075.8)

Углеводороды

Молекулы углеводородов состоят только из углерода и водорода. Их подразделяют на алифатические, алициклические и ароматические углеводороды. Часть из них выделяли из жиров и масел; такие соединения называли жирными, или алифатическими (от греческого слова «aliphag» - жир). Другие соединения отличались особым запахом, их называли ароматическими.

Алифатические углеводороды

Углеводы, в молекулах которых углеродные атомы соединены друг с другом в открытые цепи (прямые или разветвленные), называют ациклическими (алифатическими). Алициклические углеводороды – циклические соединения, молекулы которых построены из углеродных атомов, связанных между собой σ -связью. Основными представителями алициклических углеводородов являются циклоалканы (циклопарафины) и циклоалкены (циклоолефины).

По характеру связи между углеродными атомами углеводороды могут быть предельными (насыщенными) и непредельными (ненасыщенными). К предельным углеводородам относятся алканы (парафины), к непредельным – алкены (олефины), алкадиены и алкины.

В алканах атомы углерода связаны между собой простой (одинарной) связью, в алкенах – двойной связью, алкинах – тройной связью. Алкадиены – это непредельные соединения, в молекулах которых имеются две двойные связи.

Алканы

Алканы – это простейший класс органических соединений, не содержащих какой-либо функциональной группы. Другое название этих соединений – предельные углеводороды – отражает другую особенность, заключающуюся в том, что все атомы углерода связаны между собой посредством одинарной связи. Семейство родственных соединений с одинаковой общей формулой, различающихся друг от друга числом метиленовых групп CH_2 , называется *гомологическим рядом*. В таблице приведен гомологический ряд алканов.

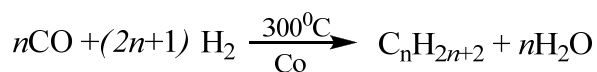
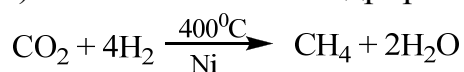
Табл. №1

Молекулярная формула	Структура	Название
CH ₄	CH ₄	Метан
C ₂ H ₆	CH ₃ -CH ₃	Этан
C ₃ H ₈	CH ₃ -CH ₂ -CH ₃	Пропан
C ₄ H ₁₀	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃	<i>n</i> -Бутан
C ₅ H ₁₂	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃	<i>n</i> -Пентан
C ₆ H ₁₄	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃	<i>n</i> -Гексан
C ₇ H ₁₆	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃	<i>n</i> -Гептан
C ₈ H ₁₈	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃	<i>n</i> -Октан
C ₉ H ₂₀	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃	<i>n</i> -Нонан
C ₁₀ H ₂₂	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃	<i>n</i> -Декан

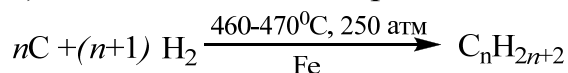
Неразветвленные алканы называют *нормальными алканами* для того, чтобы отличить их от алканов с разветвленной цепью углерод-углеродных связей.

Способы получения

1) Каталитическое гидрирование CO₂ и CO:



2) Каталитическая гидрогенизация угля



3) Восстановление галогеналканов



4) Реакция Вюрца

Реакция Вюрца (1855 г.) имеет некоторое значение лишь для синтеза симметричных алканов.



5) Декарбоксилирование карбоновых кислот и их солей

Декарбоксилирование карбоновых кислот является общим способом получения углеводородов.

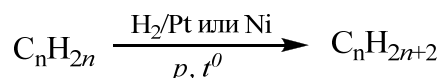


Насыщенные углеводороды в ряде случаев удобнее получать нагреванием Na-соли карбоновой кислоты с избытком гидроксида натрия



6) Гидрирование алкенов

Гидрирование алкенов водородом под невысоким давлением в присутствии катализатора в настоящее время является важным лабораторным способом получения алканов.

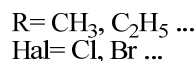
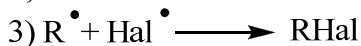
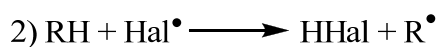
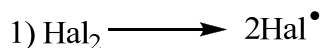
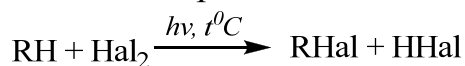


Реакции

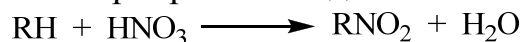
Предельные углеводороды при обычных условиях обладают большой химической инертностью. Это объясняется тем, что все σ -связи C-C и C-H весьма прочны (энергии этих связей порядка 380 кДж/моль). К реакциям присоединения они вообще не способны вследствие ненасыщенности всех связей атомов углерода. С большинством химических реагентов алканы или вовсе не реагируют, или реагируют чрезвычайно медленно. Сильные окислители (например, перманганат калия) при комнатной температуре тоже не действуют на алканы.

При сравнительно невысоких температурах протекает лишь небольшое число реакций, при которых происходит замена атомов водорода на различные атомы или группы – **реакции замещения**. Реакции замещения происходят по радикальному механизму, в ходе которого образуются частицы с неспаренным электроном – радикалы, отсюда и название.

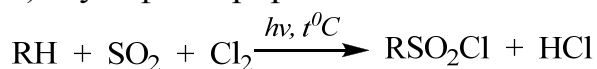
- 1) Галогенирование алканов приводит к образованию галогенпроизводных алканов



- 2) Нитрование алканов приводит к образованию соответствующих нитропроизводных



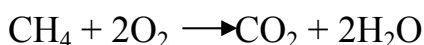
- 3) Сульфохлорирование алканов



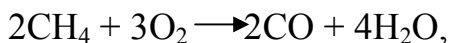
В качестве продуктов при этом получают хлорангидриды алкансульфокислот.

- 4) Окисление алканов

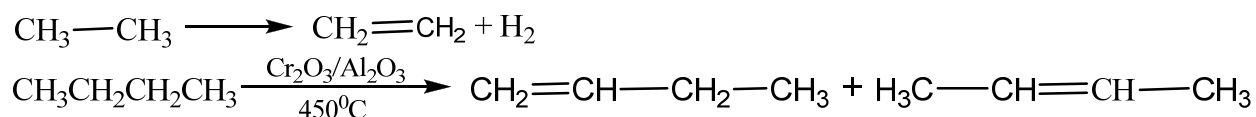
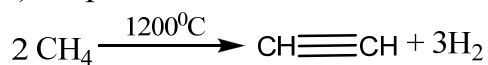
Окисление алканов также имеет радикальный механизм и может быть полным (с образованием диоксида углерода и воды):



или частичным (с образованием CO или элементарного углерода):



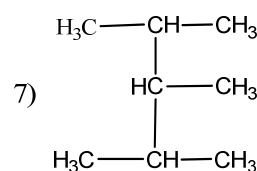
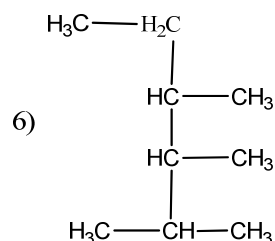
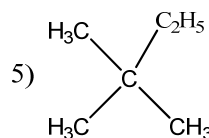
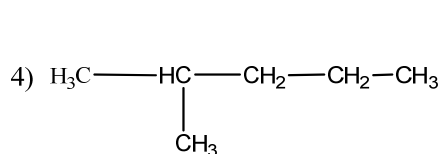
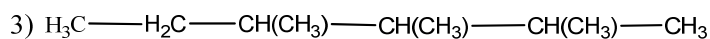
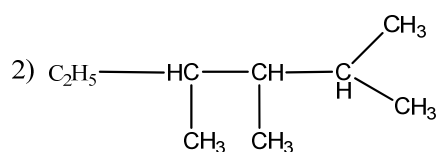
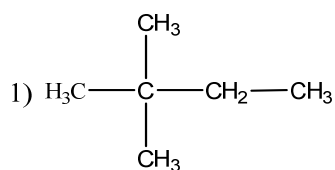
- 5) Термолиз алканов



Задачи

1. Какие из следующих углеводородов: C_5H_{12} , C_7H_{14} , C_8H_{18} , $C_{10}H_{22}$, $C_{22}H_{44}$, C_8H_6 являются предельными?
2. Напишите молекулярные формулы предельных углеводородов, содержащих 9, 11 и 40 атомов углерода.

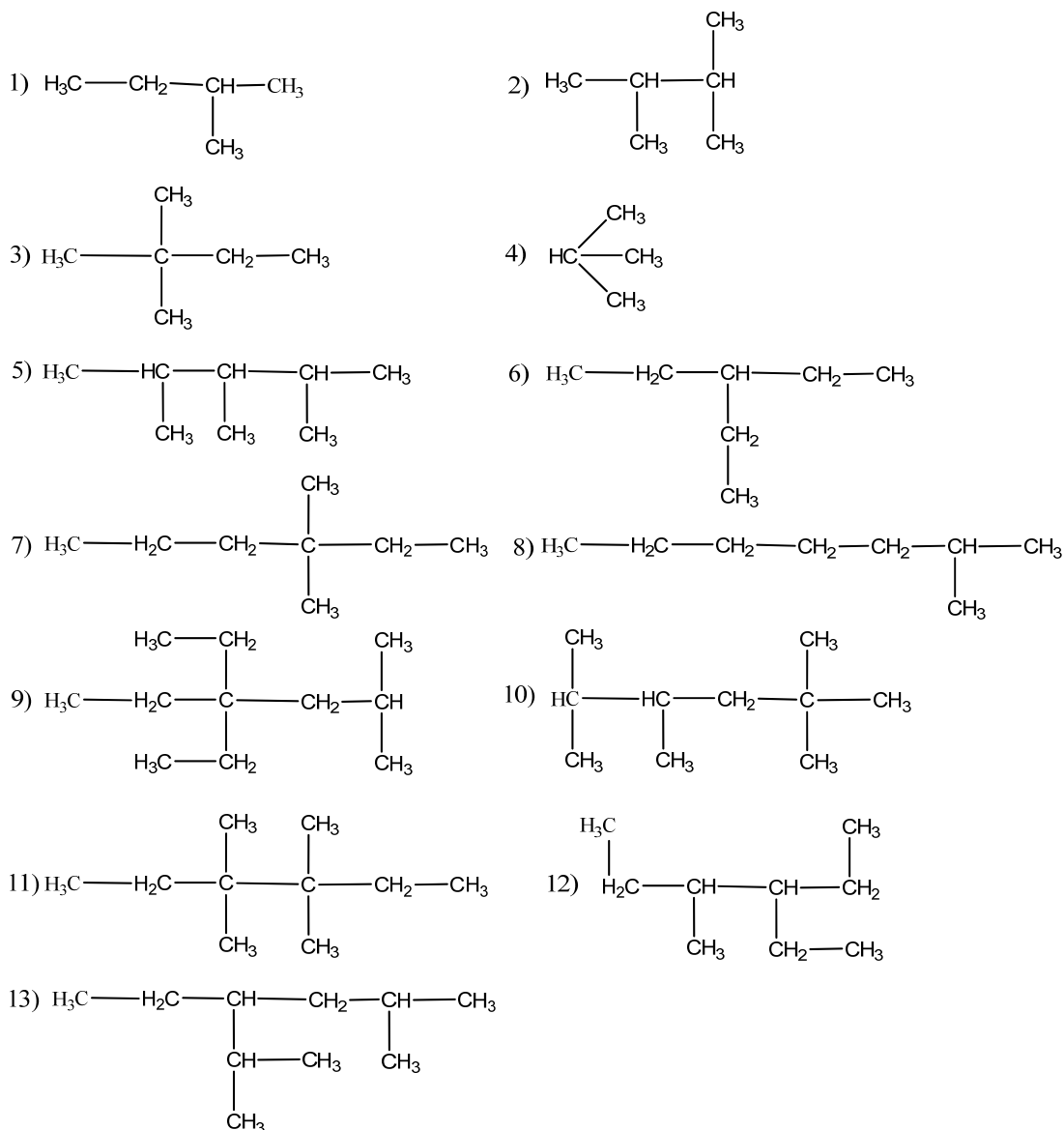
3. Напишите структурные формулы всех возможных изомеров бутана, пентана, гексана. Назовите их по номенклатуре ИЮПАК.
4. Напишите структурные формулы всех изомеров *n*-гептана и назовите их. Укажите число первичных, вторичных, третичных и четвертичных атомов углерода в каждом изомере.
5. Напишите структурные формулы всех возможных изомерных радикалов: C_2H_5 , C_3H_7 , C_4H_9 , C_5H_{11} .
6. Напишите структурные формулы третичных радикалов, соответствующих 2-метилпентану и 3-метилпентану. Назовите их.
7. Какие из приведенных формул отвечают одному и тому же соединению:



8. Напишите структурные формулы углеводородов:

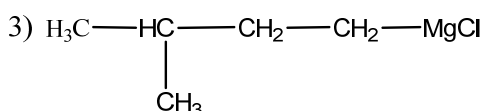
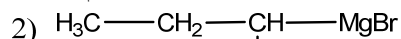
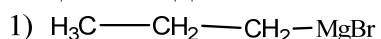
- 1) диметилизопропилметан;
- 2) *симм*-изопропил-*втор*бутилэтилен;
- 3) 2,3-диметил-3-этилгексан;
- 4) 2,4-диэтил-3-метил-3-метилпентан;
- 5) метилэтилпропилметан;
- 6) метилэтил-*втор*бутилметан;
- 7) трипропилметан;
- 8) 2,3,3,5-тетраметилгексан;
- 9) ди-*трет*-бутилметан;
- 10) метилэтилизобутилметан;
- 11) 2-метилпентан;
- 12) 4-этилгептан;
- 13) 2-метил-4-этилгексан;
- 14) этилдиизопропилметан;

- 15) 2,3-диметил-3-этилпентан;
 16) 2,2,4-триметилпентан;
 9. Назовите следующие соединения:



10. Изобразите структурные формулы следующих соединений: а) 6-изопропил-2,3-диметилдекана; б) 4-*трет*-бутил-3-метилоктана; д) девяти алканов, которые имеют молекулярную формулу C_7H_{16} .
11. Напишите структурную структуру углеводорода состава C_8H_{18} с наибольшим числом метильных групп и назовите его по систематической и рациональной номенклатуре.
12. Напишите структурные формулы изомерных углеводородов состава C_8H_{18} , имеющих в главной цепи шесть углеродных атомов и назовите их по систематической номенклатуре.
13. Какие углеводороды образуются при нагревании с гидроксидом натрия нижеследующих веществ:
 а) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COONa}$; б) $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{COONa}$?

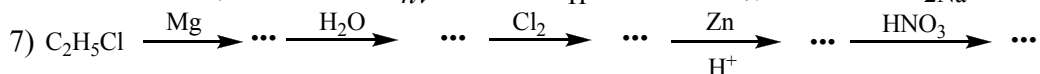
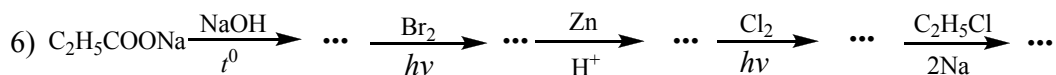
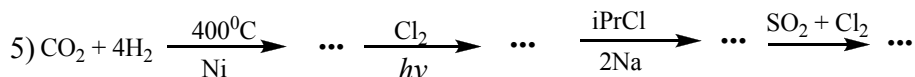
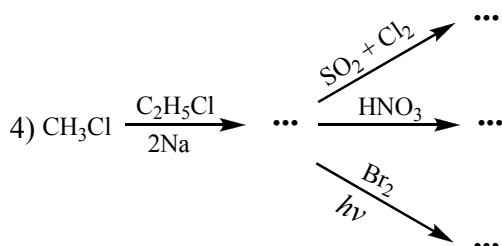
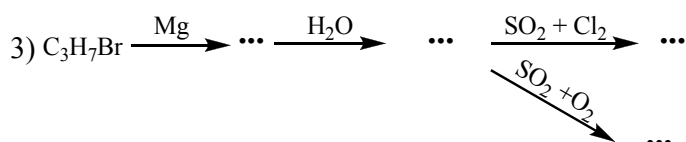
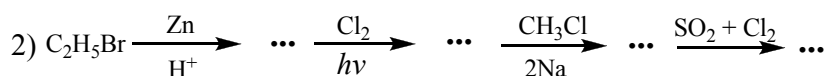
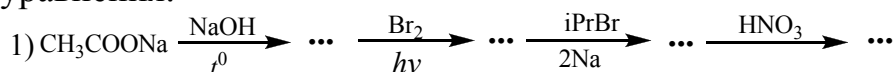
14. Получите реакций декарбоксилирования (сплавление соли соответствующей карбоновой кислоты со щелочью): а) пропан; б) 2-метилбутан; в) 2,3-диметилбутан.
15. Какие углеводороды образуются при электролизе водных растворов калиевых солей уксусной, пропионовой и масляной кислот? Напишите уравнения реакций.
16. Какие углеводороды образуются при полном восстановлении: а) *n*-бутилового спирта $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$; б) ацетона CH_3COCH_3 ; в) изовалерьяновой кислоты $(\text{CH}_3)_2\text{CHCOOH}$; г) этилацетата $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$?
17. При нагревании иодистого гексила с иодистоводородной кислотой в запаянной трубке получается углеводород. Напишите уравнение реакции и назовите образующееся вещество. Какой углеводород образуется в этих же условиях из нормального иодистого амила?
18. Какие углеводороды получают при действии металлического натрия на следующие смеси: а) иодистый метил и иодистый этил; б) бромистый этил и хлористый пропил; в) бромистый изоамил и бромистый этил?
19. Получите реакцией Вюрца: а) пропан; б) 2,3-диметилпентан; в) 2-метилбутан; г) 2,5-диметилгексан. Предложите механизм.
20. Из каких галогензамещенных можно получить по реакции Вюрца *n*-гексан, 2,5-диметилгексан? Какое исходное вещество наиболее целесообразно применять в каждом случае?
21. Получите реакций каталитического гидрирования соответствующего алкина: а) пропан; б) 2,5-диметилгексан; в) 2,3-диметилбутан. Укажите условия гидрирования
22. Напишите уравнение реакции хлорирования 2-метилпентана, протекающей на свету. Приведите радикальный цепной механизм этой реакции.
23. Три различных алкена дают 2-метилбутан при гидрировании в присутствии Ni в этаноле. Напишите структурные формулы алкенов.
24. Для следующих магнийорганических соединений напишите уравнения реакций с водой и назовите полученные вещества:



Как пойдет реакция, если воду заменить метанолом?

25. Алкан формулы C_5H_{12} может быть получен обработкой четырех различных алкилхлоридов $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{Cl}$ цинком в водной кислоте. Дайте структурные формулы C_5H_{12} и всех алкилхлоридов $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{Cl}$.
26. Напишите уравнения реакции горения: а) метана; б) бутана; в) изопентана; г) додекана.

27. Напишите уравнение реакции бромирования: а) 2-метилпропана; б) 3-метилпентана. При каких условиях протекает этот процесс. Приведите радикальный цепной механизм этой реакции и назовите продукт реакции.
28. Напишите уравнение реакции монохлорирования бутана. Дайте механизм и объясните состав продуктов реакции.
29. Напишите уравнение реакции сульфохлорирования: а) пропана; б) бутана; в) 2-метилбутана; г) гексана; д) 3-этилпентана. Приведите радикальный цепной механизм этой реакции, укажите условия протекания этой реакции и назовите образующийся продукт.
30. Напишите уравнение реакции нитрования: а) 3-этилпентана; б) 2-метилбутана; в) 2-метилпропана. При каких условиях протекает этот процесс? Приведите радикальный цепной механизм этой реакции и назовите образующийся продукт.
31. Напишите уравнение реакции нитрования по М. И. Коновалову следующих углеводородов: а) изобутана; б) изопентана; в) неопентана. Укажите условия проведения нитрования и назовите полученные вещества.
32. С помощью каких реагентов можно осуществить следующие уравнения:



Назовите все вещества.

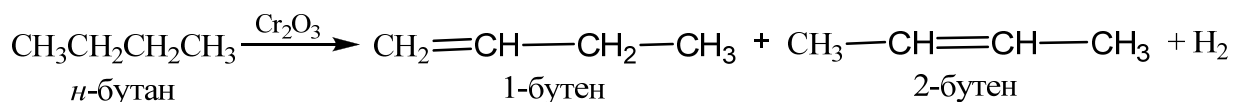
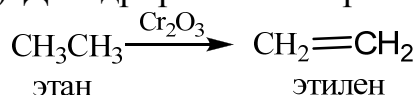
Алкены

Ненасыщенные углеводороды, содержащие двойную связь и образующие гомологический ряд общей формулы C_nH_{2n} , называют **алкенами**.

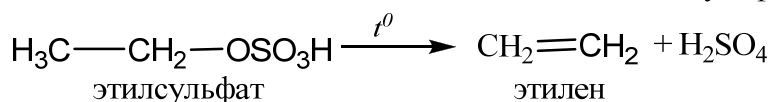
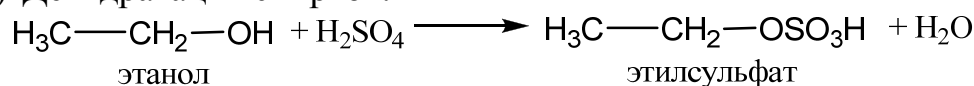
Алкены могут существовать в виде геометрических изомеров. Стереизомеры, различающиеся расположением заместителей относительно двойной связи, называют **геометрическими изомерами**.

Способы получения

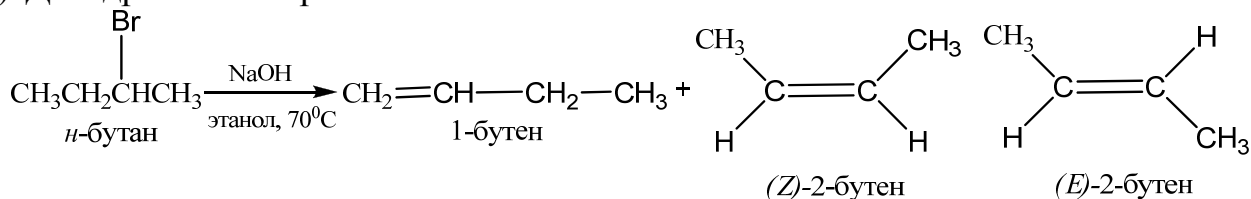
1) Дегидрирование и крекинг алканов



2) Дегидратация спиртов:

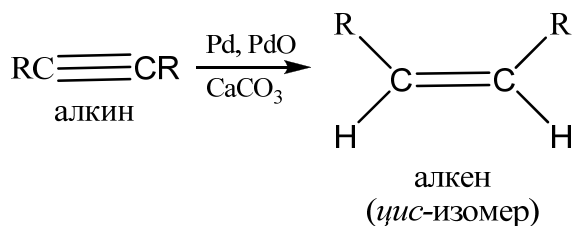


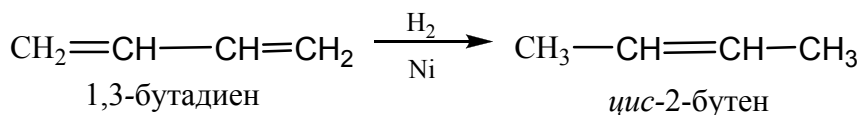
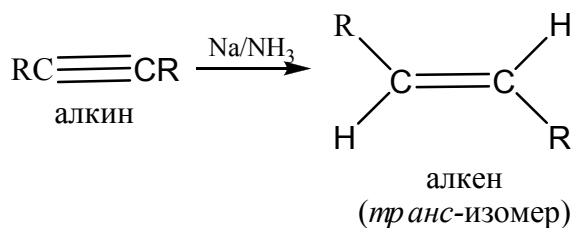
3) Дегидрогалогенирование галогеналканов



Правило Зайцева: при гидрогалогенировании галогеналканов и дегидратации спиртов протон отщепляется преимущественно от наименее гидрогенизированного (имеющего меньшее число атомов водорода) атома углерода.

4) Восстановление ацетиленовых углеводородов

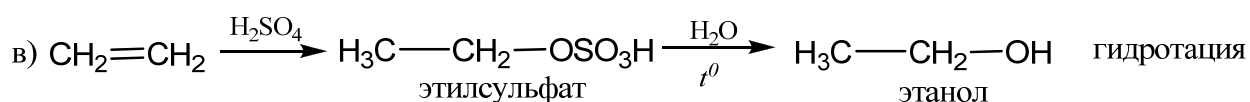
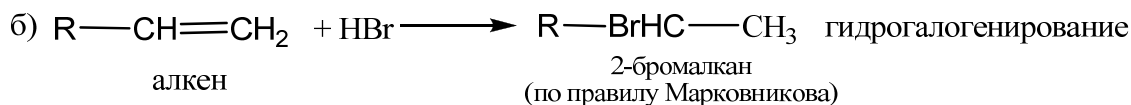
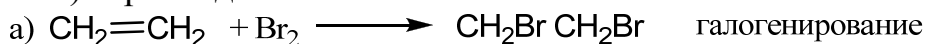




Реакции

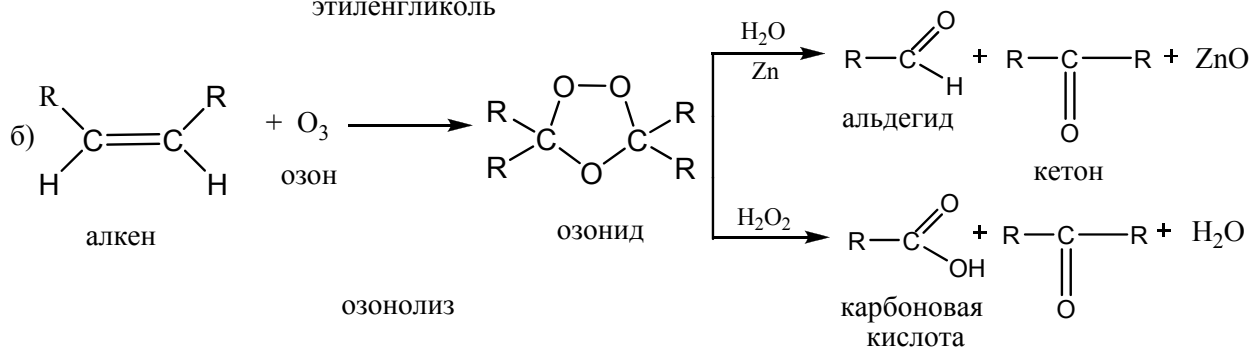
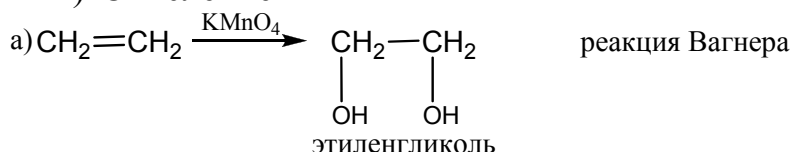
Алкены и алкины являются более реакционноспособными из-за наличия двойной и тройной связи соответственно, которые можно считать функциональными группами. Естественно ожидать, что реакции алкенов и алкинов будут происходить по ненасыщенной связи – реакции присоединения.

1) Присоединение



Правило Марковникова: при присоединении галогенводорода к несимметричному алкену протон реагента преимущественно присоединяется к наиболее гидрогенизированному (имеющему наибольшее число атомов водорода) атому углерода.

2) Окисление



Задачи

33. Напишите структурные формулы всех изомеров одновалентных радикалов C_3H_5 и C_4H_7 . Назовите эти радикалы.

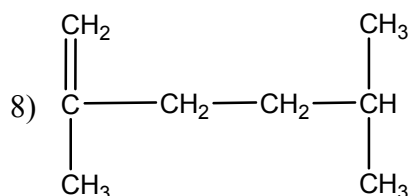
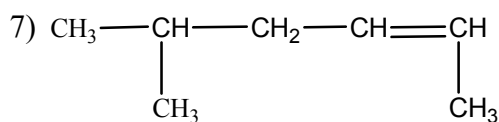
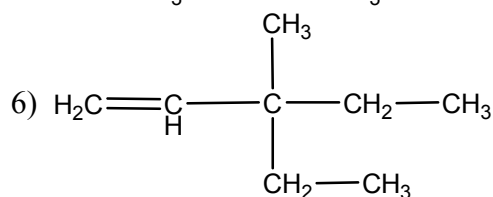
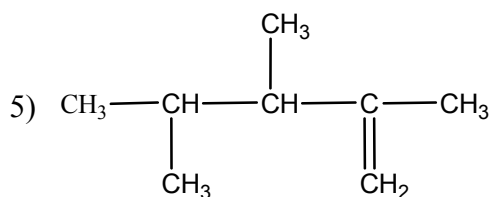
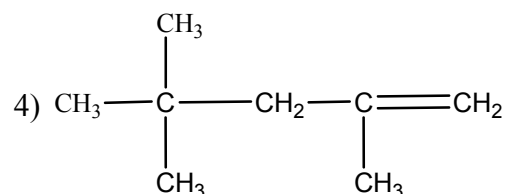
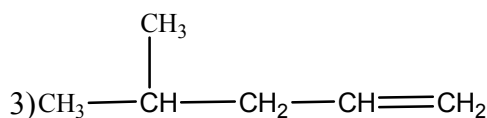
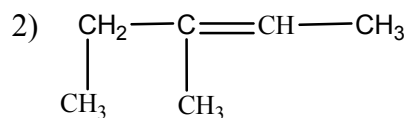
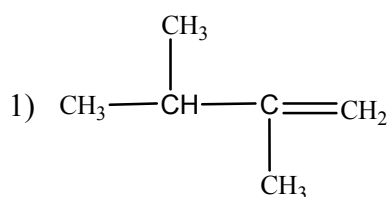
34. Напишите структурные формулы следующих соединений:

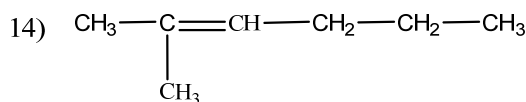
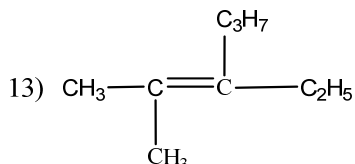
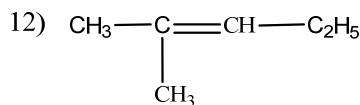
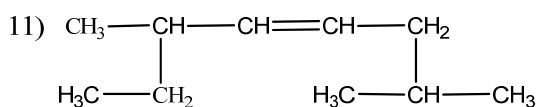
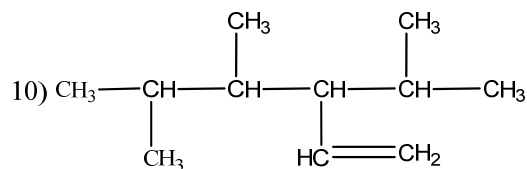
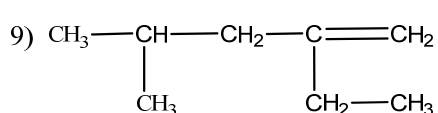
- | | |
|-------------------------|---------------------------------|
| 1) 3-метилпентен-1; | 11) 3,4,4 триметилпентен-2; |
| 2) 4-метилпентен-1; | 12) 2,6-диметилгептен-3; |
| 3) 2,4-диметилпентен-1; | 13) 2,2,5-триметилгексен-1; |
| 4) 3-этилпентен-2; | 14) 3,3-диметилнонен-1; |
| 5) 2,3-диметилгексен; | 15) 2,2,3,4-тетраметилпентен-3; |
| 6) 3-метилпентен-1; | 16) 3,4,4 триметилпентен-2; |
| 7) 4-метилпентен-1; | 17) 2,6-диметилгептен-3; |
| 8) 2,4-диметилпентен-1; | 18) 2,2,5-триметилгексен-1; |
| 9) 3-этилпентен-2; | 19) 3,3-диметилнонен-1; |
| 10) 2,3-диметилгексен; | 20) 2,2,3,4-тетраметилпентен-3; |

35. Напишите структурные формулы углеводородов:

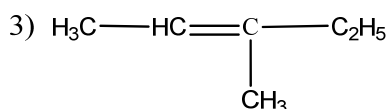
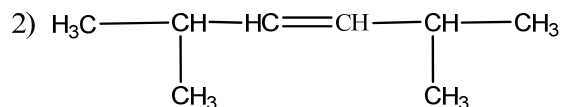
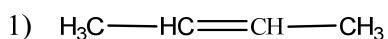
- | | |
|-------------------------------|-----------------------|
| а) этилэтилен | в) 2-метилпентен-2 |
| б) 2,2-диметил-4-этилгексен-3 | г) 2,5-диметилгесен-3 |

36. Назовите следующие соединения:





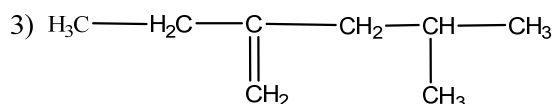
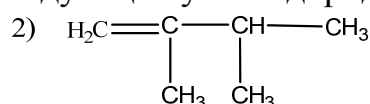
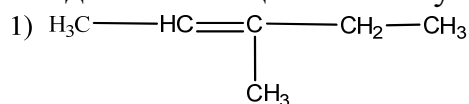
37. Напишите структурные и назовите изомеры следующих непредельных углеводородов: а) C_4H_8 ; б) C_5H_{10} ; в) C_6H_{12} . Сколько изомеров углеводорода C_6H_{12} имеют третичные атомы углерода?
38. Напишите формулы геометрических изомеров следующих углеводородов:



Какой из изомерных углеводородов следует назвать *цис*-, а какой *транс*-изомером?

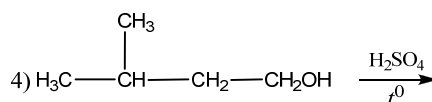
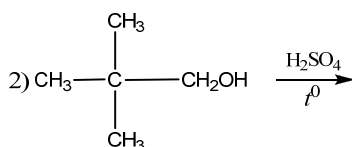
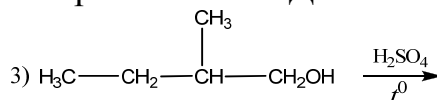
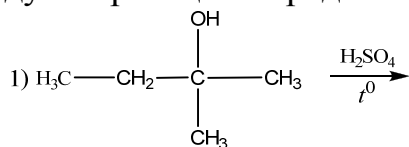
39. Напишите уравнения реакций получения пропилена всеми известными Вам способами.
40. Какой углеводород получится при дегидратации *n*-бутилового спирта $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$? Возможно ли при этом образование изомерных углеводородов? Какое промежуточное соединение образуется, если в качестве водоотнимающего средства использовать серную кислоту?
41. Какие углеводороды получатся при дегидратации следующих спиртов в качестве основного продукта реакции:
- изоамилового $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$;
 - втор*-бутилового $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$;
 - трет*-бутилового $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$;
 - 2-метилпентанола-5 $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}(\text{OH})(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$;
- Укажите, какие катализаторы используются для дегидратации и какого строения спирты легче дегидрируются.

42. Получите 2,4-диметилпентен-2 дегидратацией двух соответствующих спиртов.
43. При нагревании 3-бром-2-метилпентана со спиртовой щелочью получается непредельный углеводород. Напишите уравнение реакции и назовите полученный углеводород. Объясните ее механизм. Какой углеводород получится в этих же условиях из:
- а) иодистого изобутила; г) 3-бром-2,2-диметилпентана;
 б) 2-бромпентана; д) 4-бром-2,2-диметилпентана;
 в) 3-хлорпентана; е) 2-бром-2-метилбутана?
44. Из каких галогенидов при действии спиртового раствора щелочи можно получить 3,5-диметилгептен-3? Напишите соответствующие уравнения реакции.
45. Какой алкен образуется при действии спиртового раствора щелочи на 3-бром-2,3-диметилпентан. Сформулируйте правило Зайцева.
46. Какие реагенты надо использовать, чтобы синтезировать 2,2-диметилгексен-3 из следующих веществ:
- а) 3,4-дихлор-3,4-диметилгексан;
 б) 3-бром-3,4-диметилгексан;
 в) $\text{CH}_3(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}(\text{OH})\text{CH}(\text{CH}_3)\text{C}_2\text{H}_5$.
47. Какие галоидные алкилы или одноатомные спирты надо взять в качестве исходных веществ для получения следующих углеводородов (путем отщепления элементов HNaI или воды): а) несимметричный диметилэтилен; б) триметилэтилен; в) 3-метилгексен-1?
48. Напишите формулы дигалогенпроизводных, из которых при взаимодействии с цинком получают следующие углеводороды:



Углеводороды назовите.

49. Напишите структурные формулы этиленовых углеводородов, которые могут образоваться при каталитическом дегидрировании изопентана.
50. Завершите следующие реакции. Назовите исходные соединения и продукты реакции. Предскажите изомерный состав. Дайте объяснения.



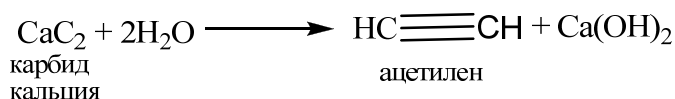
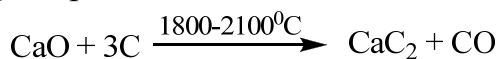
51. Напишите уравнение реакции 2,3-диметил-1-бутена с : а) бромом; б) серной кислотой; в) азотной кислотой.

Алкины

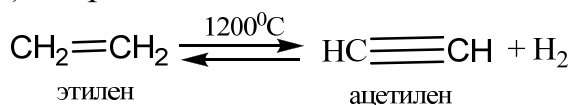
Ненасыщенные углеводороды, содержащие тройную связь и образующие гомологический ряд общей формулы C_nH_{2n-2} , называют **алкинами**.

Способы получения

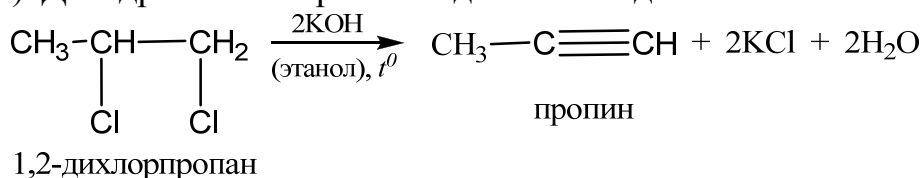
1) Карбидный метод:



2) Пиролиз этилена и метана

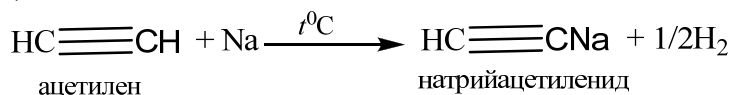


3) Дегидрогалогенирование дигалогенидов

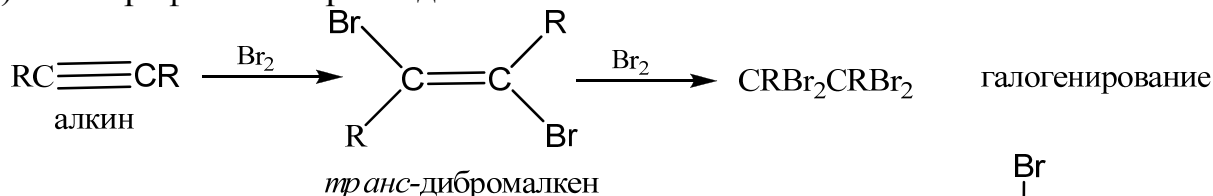


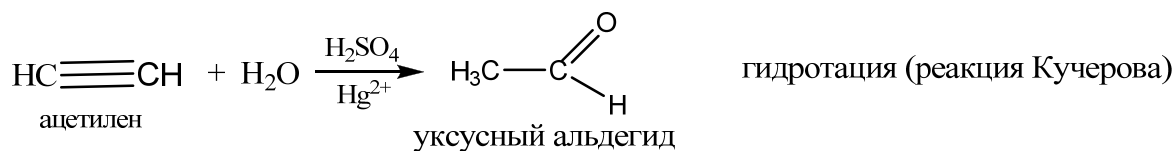
Реакции

1) Кислотные свойства

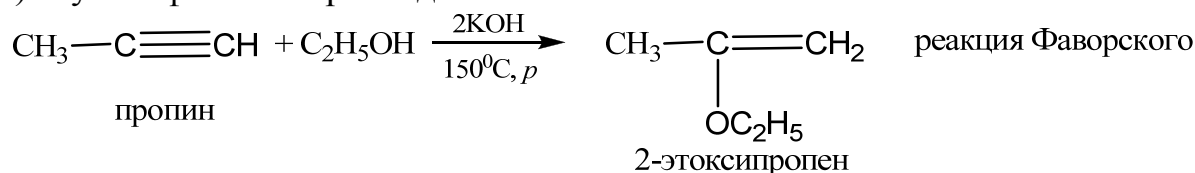


2) Электрофильное присоединение





3) Нуклеофильное присоединение



4) Окисление

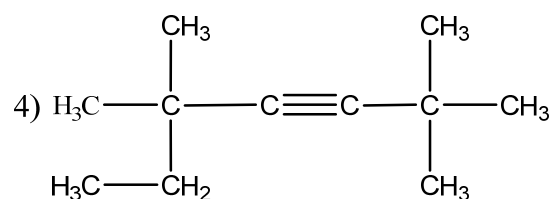
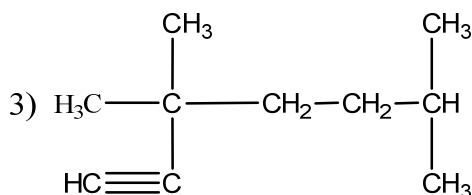
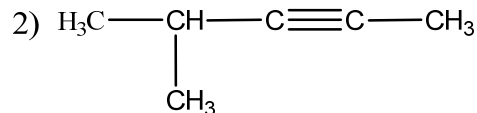
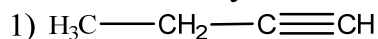


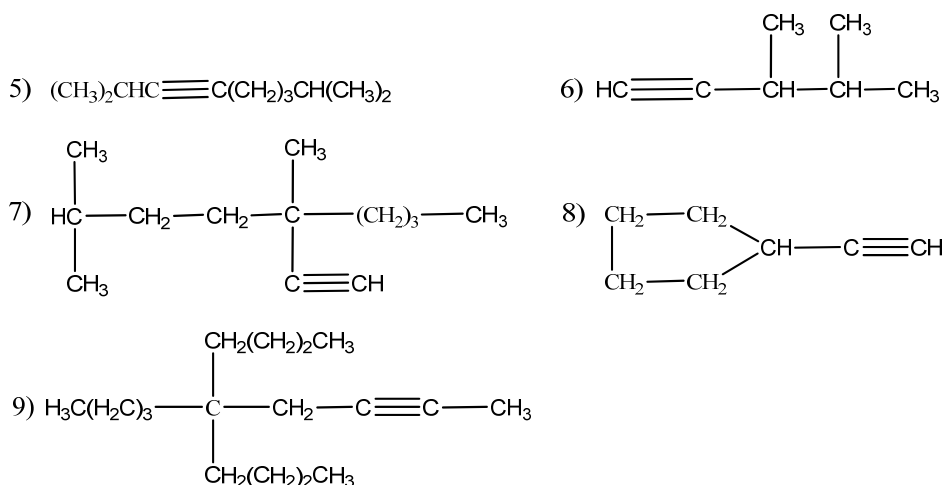
Задачи

58. Напишите структурные формулы углеводородов:

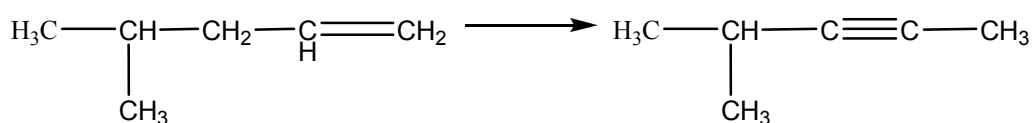
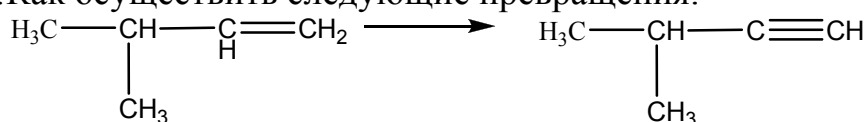
- 1) диизопропилэтилен несимметричный
- 2) 2,2,5,5-тетрамилгексин-3;
- 3) этил-вторбутилацетилен;
- 4) бутин-2;
- 5) 2-метилгексин-3;
- 6) 4-метилпентин-2;
- 7) 2,5-диметилгексин-3;
- 8) 3,3-диметилбутин-1;
- 9) 4-метил-3-этилпентин-1;
- 10) 2,2,5-триметилгексин-3;
- 11) 5,6-диметил-5-этил-3-пропилнонин-1;
- 12) 2,7-диметилоксин-4;
- 13) 2,6,6-триметилгептин-3;
- 14) 4,4-диметил-3-этилпентин-1;
- 15) диметилацетилен;
- 16) изопропилацетилен;
- 17) трет-бутилацетилен;
- 18) метилизопропилацетилен;
- 19) этилтретбутилацетилен;
- 20) 4,4-диметил-3-изопропилпентин-1

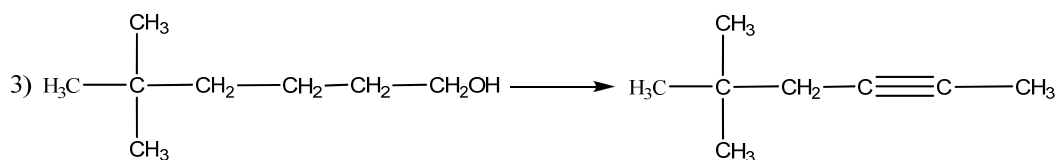
59. Назовите следующие соединения:





60. Напишите структурные формулы изомерных ацетиленовых углеводородов состава C_6H_{12} , главная цепь которых состоит из пяти углеродных атомов и назовите их.
61. Напишите структурные формулы всех ацетиленовых углеводородов, образующих при гидрировании 2-метилпентан. Назовите их.
62. Напишите уравнение реакции между избытком спиртового раствора щелочи и следующими соединениями: а) 1,1-дибромбутаном; б) 2,2-дихлорпентаном; в) 3,3-дихлорпентаном; г) 2,2-дибром-3,3-диметилбутаном; д) 1,1-дибром-3-метил-бутаном; Назовите образующиеся углеводороды.
63. Какие дигалогенпроизводные надо взять, чтобы при отщеплении двух молекул галогенводорода получить следующие углеводороды: а) диметилацетилен; б) метилизопропилацетилен; в) дитретбутилацетилен?
64. Напишите, с помощью каких реактивов и в каких условиях можно получить:
- а) этилацетилен из м-бутилового спирта;
 - в) бутин-2 из бутина-1;
 - г) пентин-1 из пентанола-1;
 - д) 4-метилпентин-1 из 1-бром-4-метилпентана;
 - е) трет-бутилацетилен из 3,3-диметилбутанола-1;
 - ж) метилэтилацетилен из пентена-2.
65. Как осуществить следующие превращения:





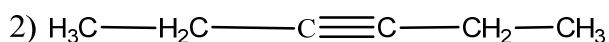
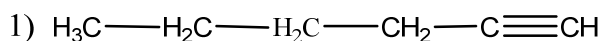
Назовите исходные и конечные вещества.

66. Исходя из ацетилена, получите следующие углеводороды: а) метилацетилен; б) 4-метилпентин-1; в) 5-метилгексин-2.
 67. Какие соединения образуются в следующей цепи превращений:

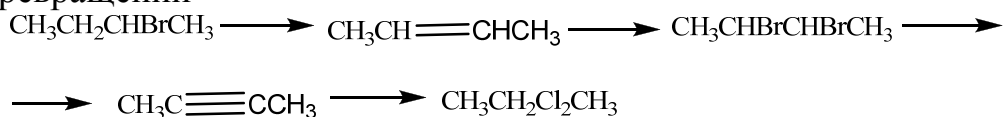


Назовите их.

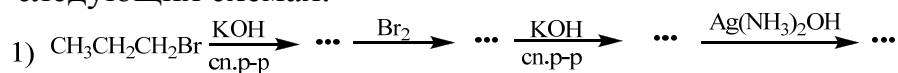
68. Напишите реакцию метилацетилена со следующими веществами: а) водород (в присутствии какого катализатора); б) бром; в) бромистый водород; г) натрий (металлический); д) аммиачный раствор окиси серебра. Назовите полученные соединения.
 69. Какие вещества получатся при частичном и полном гидрировании следующих соединений: а) бутин-1; * б) 4-метилпентин-2; в) трет-бутилацетилен. Назовите образующиеся при этом вещества.
 70. Напишите структурные формулы ацетиленовых углеводородов, образующих при взаимодействии с бромистым водородом следующие соединения: а) 2,2-дибром-3-метилбутан; б) 2-бромгексен-1.
 71. Напишите уравнения реакций:
 а) диметилацетилен + HBr
 б) изопропилацетилен + 2HCl
 в) пентин-1 + Br₂
 г) пентин-1 + 2Br₂
 72. Напишите структурные формулы карбоновых кислот, образующихся при окислении хромовой смесью следующих изомерных ацетиленовых углеводородов:



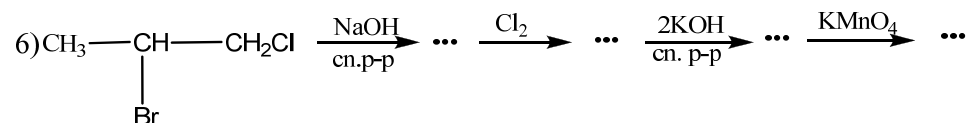
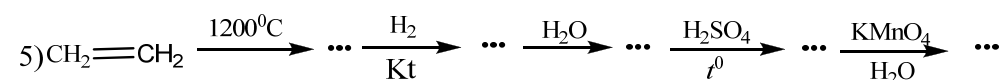
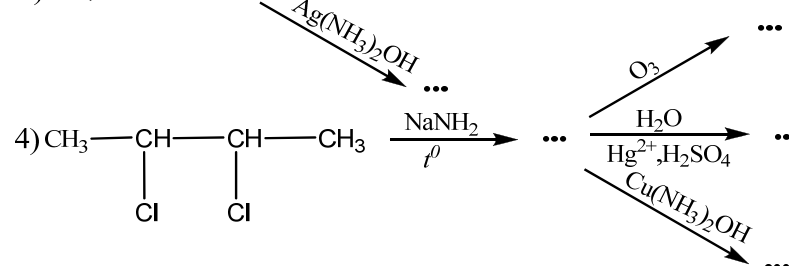
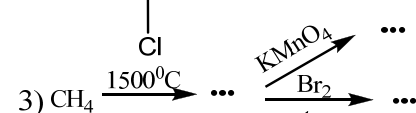
73. Какие соединения можно получить при ди-, три-, тетрамеризации ацетилена. Укажите условия.
 74. Напишите схемы реакций ацетилена со следующими соединениями (в присутствии соответствующих катализаторов): а) этанол; б) циановодород; в) формальдегид; г) уксусный альдегид; д) ацетон.
 75. С помощью каких реактивов можно осуществить приведенный ряд превращений



76. Напишите формулы промежуточных и конечных соединений в следующих схемах:



77. С помощью каких реагентов можно осуществить следующие превращения:



Назовите все вещества.

Ароматические углеводороды

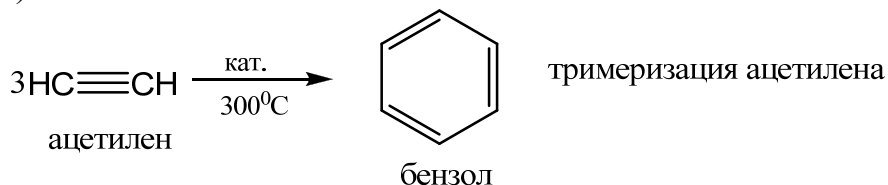
Арены – обширнейший класс циклических соединений, обладающих рядом специфических свойств. Их называют также ароматическими, поскольку простейшие из них – соединения ряда бензола – имеют интенсивный запах. Впоследствии не запах, а особые свойства стали служить критерием при отнесении того или иного соединения к ряду ароматических (к ряду аренов).

Известно несколько правил (критериев) ароматичности, которые объединяет **правило Хюкеля**: *плоские моноциклические соединения, содержащие замкнутую сопряженную систему $(4n + 2)$ π -электронов, где $n = 0, 1, 2, 3 \dots$ являются ароматическими.*

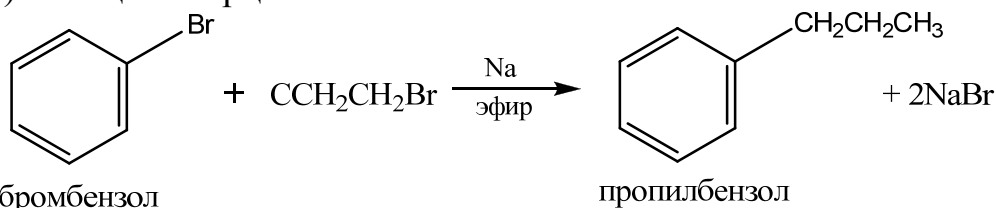
Простейший представитель аренов C_6H_6 – бензол был открыт Фарадеем в 1825 г. и была установлена его брутто-формула. В 1865 г. Кекуле предложил его структурную формулу как циклогексатриена-1,3,5.

Способы получения

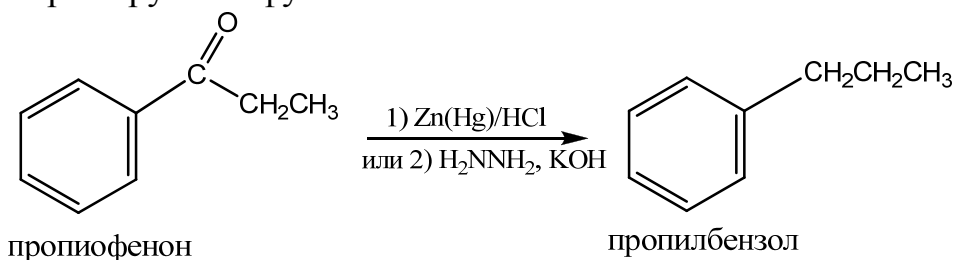
1) Бензол



2) Реакция Вюрца-Фиттига:



3) Восстановление карбонильных соединений по Клемменсену и по Киржнеру-Вольфу:

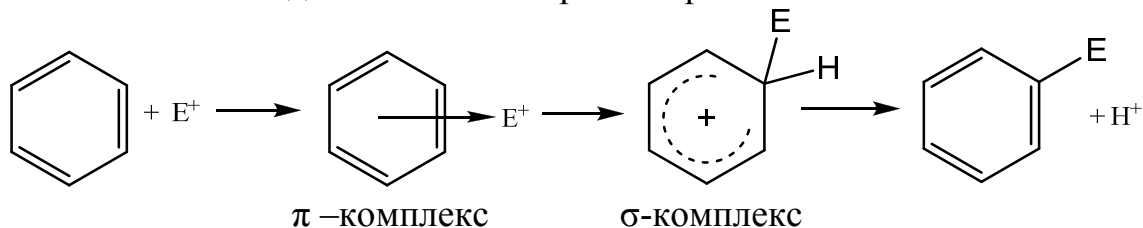


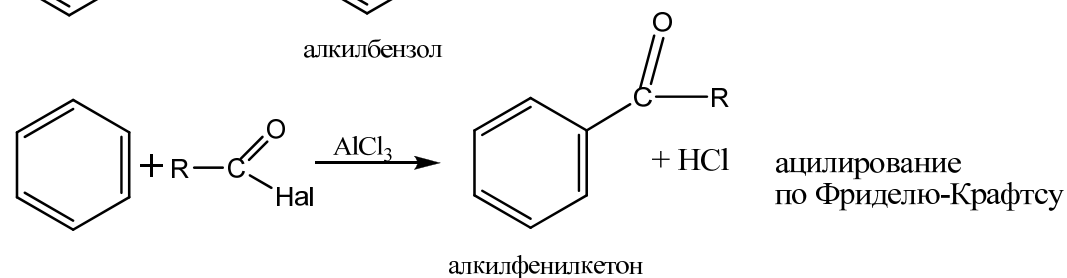
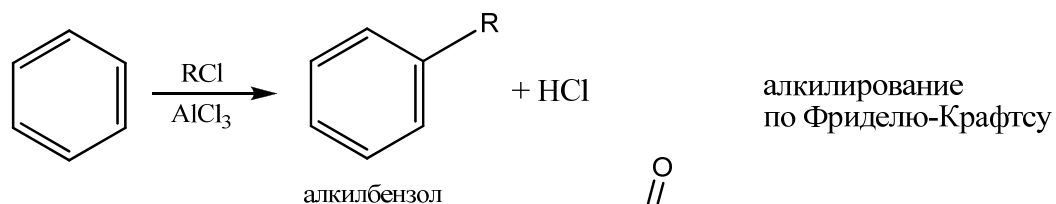
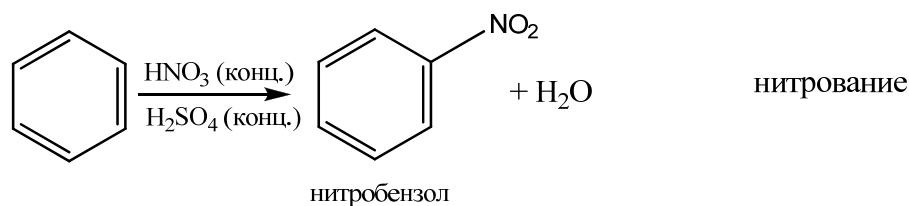
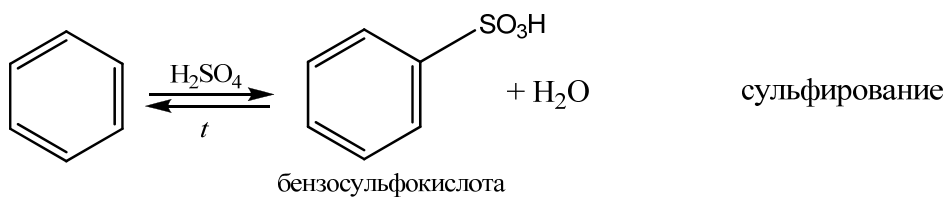
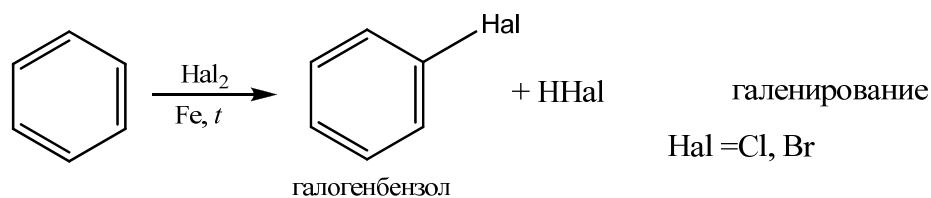
Реакции

Наиболее характерной особенностью химического поведения бензола, как непредельного соединения в отличие от рассмотренных ранее алкенов, алкадиенов и алкинов является его устойчивость к действию окислителей (например, перманганата калия в кислой и щелочной среде). Также бензол не вступает в обычные реакции электрофильного присоединения, характерные для непредельных алифатических углеводородов.

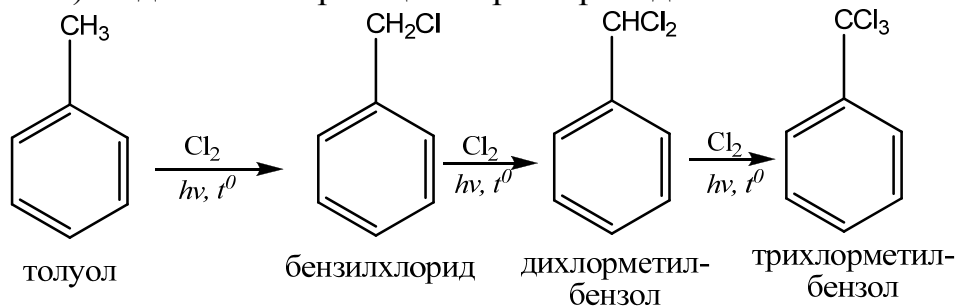
Наиболее важными и хорошо изученными являются реакции электрофильного замещения.

1) Электрофильное замещение (S_EAr) происходит через образование π - и σ -комплексы с дальнейшим выбросом протона:

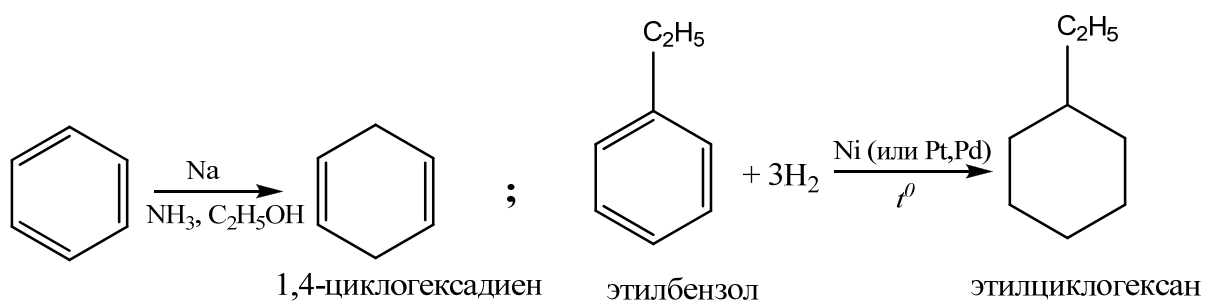




2) Радикальные реакции характерны для алкилбензолов:

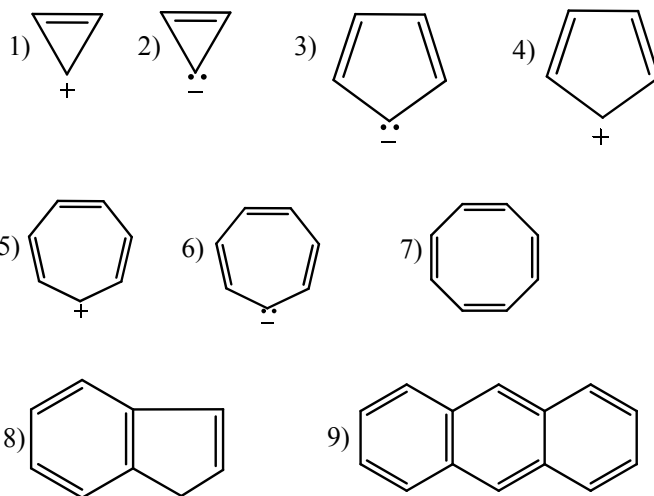


3) Восстановление



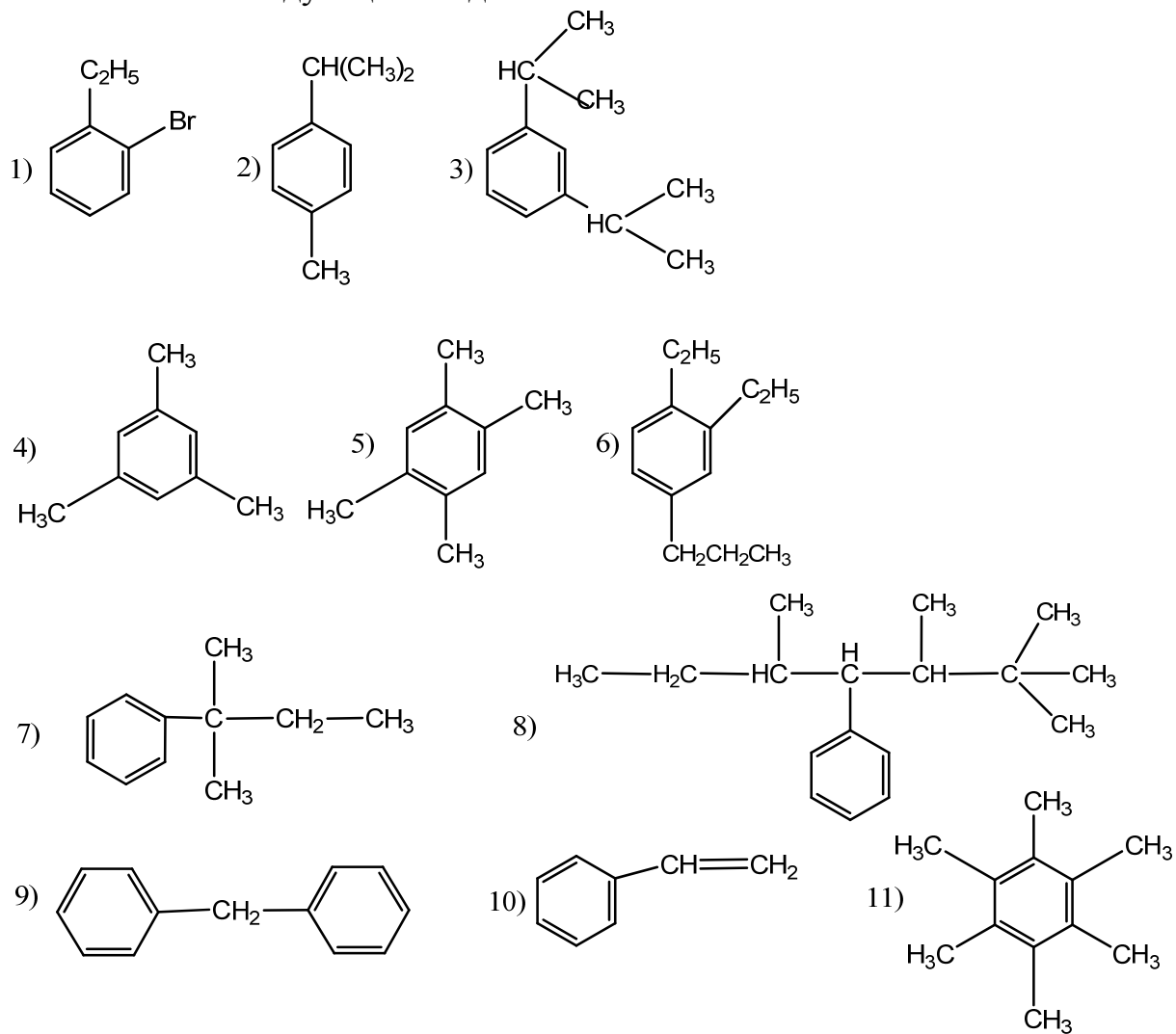
Задачи

78. Какие из приведенных систем являются ароматическими:



79. Напишите структурные формулы всех изомеров метилэтил-бензола. Назовите их.

80. Назовите следующие соединения:



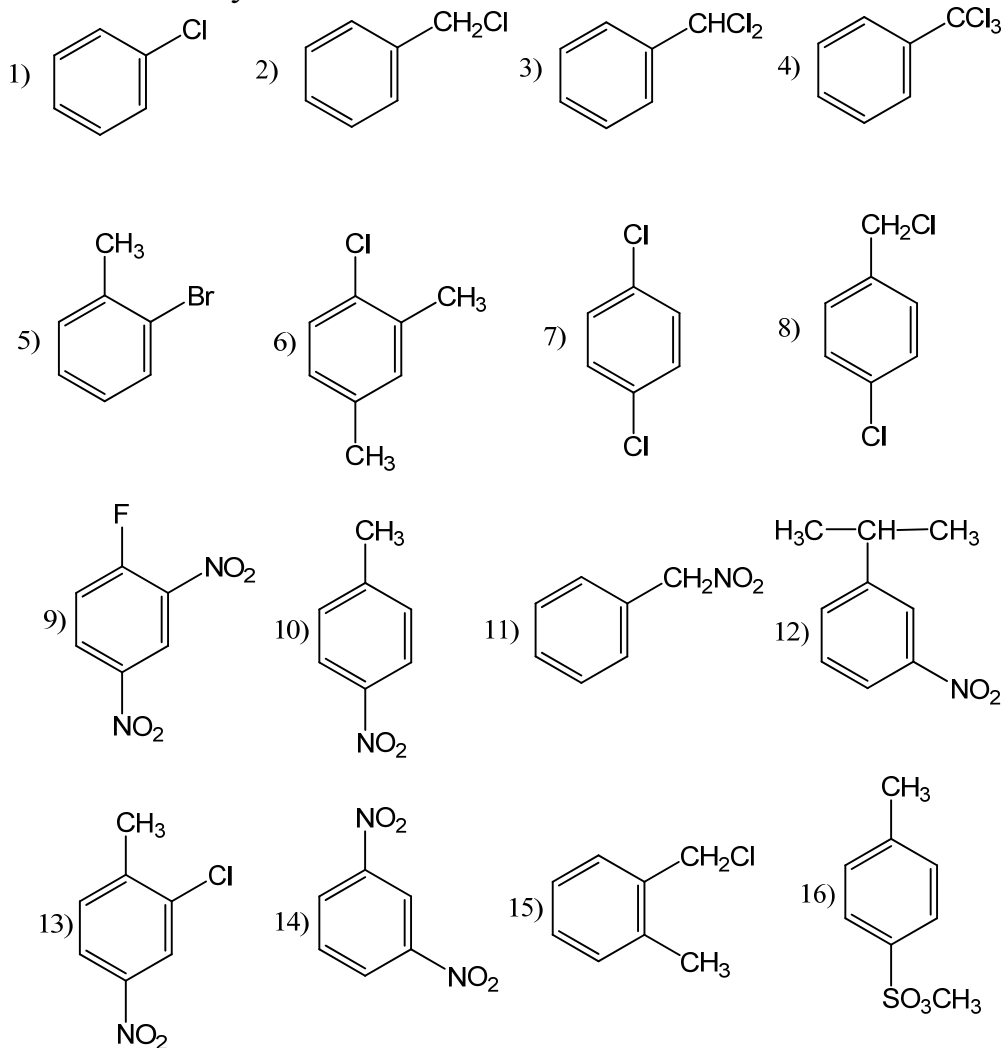
81. Напишите структурные формулы следующих соединений:

- | | |
|---------------------------------|--------------------------------------|
| 1) <i>n</i> -ксилол; | 9) аллилбензол; |
| 2) <i>o</i> -этилтолуол; | 10) <i>n</i> -метилстирол; |
| 3) <i>n</i> -диизопропилбензол; | 11) трифенилметан; |
| 4) 1,2,3-триметилбензол; | 12) пропенилбензол; |
| 5) <i>m</i> -бромстирол; | 13) α , β -дифенилэтан; |
| 6) кумол; | 14) β -метилнафталин; |
| 7) <i>сimm</i> -триэтилбензол; | 15) 1,5-диметилнафталин; |
| 8) <i>втор</i> -бутилбензол; | 16) 2-метилантрацен. |

82. Напишите структурные формулы изомерных углеводородов бензольного ряда, имеющих элементарный состав а) C_8H_{10} , б) C_9H_{12} . Назовите их.

83. Напишите структурные формулы всех возможных изомерных: а) дибромбензолов; б) трибромбензолов; в) тетрабромбензолов. Дайте им названия.

84. Назовите следующие соединения:

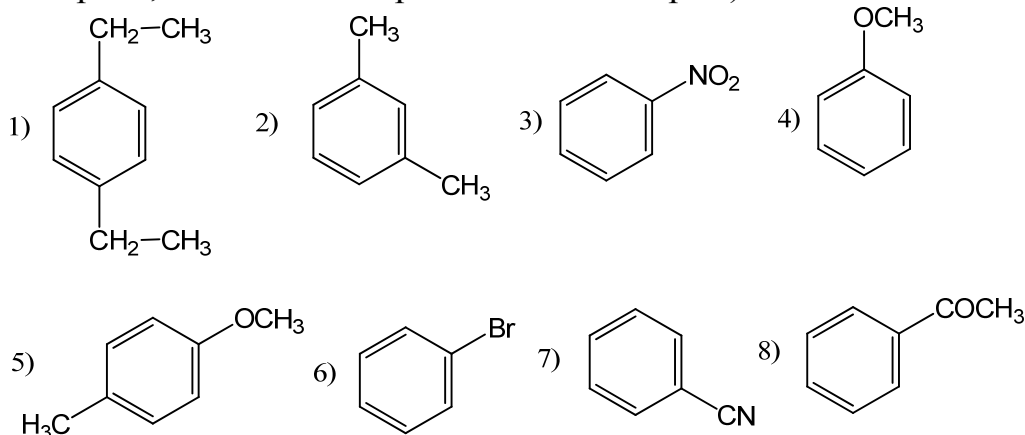


85. Напишите структурные формулы следующих соединений:

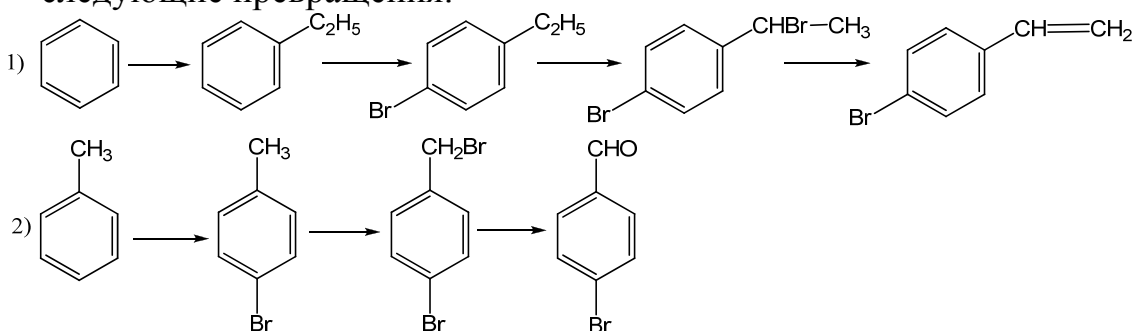
- | | |
|--------------------------|-----------------------------------|
| 1) <i>n</i> -хлортолуол; | 3) <i>o</i> -толуолсульфокислота; |
| 2) 1,3,4-трибромбензол; | 4) <i>o</i> -нитротолуол; |

- 5) кумол; 8) *n*-нитроэтилбензол;
 6) этиловый эфир бензолсульфокислоты; 9) *симм*-тринитробензол;
 7) бензолсульфохлорид; 10) 1,8-динитронафталин.
86. Какие углеводороды могут образоваться при дегидрировании (ароматизации) следующих соединений:
- а) циклогексан; в) *n*-гептан;
 * б) 1-циклогексилциклогексен-1; г) *n*-октан;
87. Какие углеводороды образуются при действии металлического натрия на смесь следующих веществ:
- а) иодбензол и бромистый изоамил;
 б) хлористый бензил и иодистый пропил;
 в) бромбензол и бромистый бензил.
88. С помощью реакции Вюрца — Фиттига получите следующие углеводороды:
- а) *n*-этилтолуол; в) кумол;
 б) изобутилбензол; г) 1,3-диэтилбензол.
89. Получите изобутилбензол из бензилмагнийхлорида.
90. При высокой температуре над катализаторами ацетилен образует бензол. Напишите схему реакции. Какое вещество в этих условиях получится из метилацетилена?
91. Синтезируйте двумя методами следующие углеводороды:
- а) *m*-ксилол; г) дибензил;
 б) *n*-метилизопропилбензол; д) α, α -дифенилэтан;
 в) аллилбензол; е) ди- α -нафтилметан.
92. При окислении толуола (5%-ным раствором KMnO_4) получается бензойная кислота. Какие ароматические кислоты получают при окислении следующих веществ:
- а) *n*-нитроэтилбензол; г) стирол;
 б) *o*-ксилол; д) *m*-метилбутилбензол;
 в) изопропилбензол; е) *n*-дипропилбензол.
93. Какое строение может иметь ароматический углеводород $\text{C}_{10}\text{H}_{14}$, если при его окислении получается кислота: а) $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$; б) *m*- $\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOH})_2$. Напишите возможные структуры.
94. Определите строение углеводорода C_8H_6 , если он обесцвечивает бромную воду, образует осадок с аммиачным раствором окиси серебра, а при окислении дает бензойную кислоту.
95. При каталитическом гидрировании бензола над никелем получается циклогексан. Какие углеводороды могут быть получены при гидрировании:
- а) пропилбензола; *г) аллилбензола;
 б) *n*-метилизопропилбензола; д) фенилацетилена;
 в) стирола; *е) нафталина.
- Обратите внимание на возможность цис-транс-изомерии.

96. Назовите следующие соединения, а также продукты их электрофильного бромирования (при замещении одного атома водорода, связанного с ароматическим ядром):



97. Действием каких реагентов и в каких условиях можно осуществить следующие превращения:



98. В каких условиях получают из толуола следующие соединения:

- а) *n*-бромтолуол; в) бромистый бензильден;
б) бромистый бензил; г) бензотрибромид.

99. Получите из бензола:

- а) *o*-, *m*- и *n*-хлорнитробензолы;
*б) *m*-бромбензойную кислоту;
в) 3,4-дихлорбензойную кислоту.

100. Какова структурная формула соединения C_8H_6Cl , если при гидролизе оно образует 3-метил-4-хлорбензойную кислоту?

101. Соединение C_7H_6Cl легко гидролизруется с образованием нейтрального продукта C_7H_7OCl , а при окислении дает *m*-хлорбензойную кислоту. Какова его структурная формула?

102. Установите структурную формулу вещества, имеющего состав C_7H_7Cl , которое при хлорировании избытком хлора на свету и при нагревании превращается в соединение $C_7H_4Cl_4$, образующие в результате гидролиза водным раствором щелочи соль *o*-хлорбензойной кислоты.

103. Какие соединения получают при действии нитрующей смеси на толуол? Как идет процесс нитрования без серной кислоты?

104. Напишите уравнение реакции нитрования этилбензола:

- а) концентрированной азотной кислотой на холоду;

б) разбавленной азотной кислотой при нагревании.

Укажите возможные изомеры моонитросоединений. Рассмотрите механизм реакции.

105. Какие моонитропроизводные получаются при нитровании (в ядро) следующих соединений:

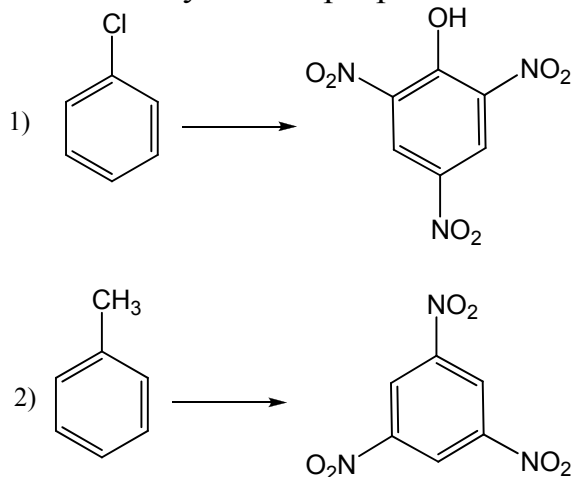
- | | |
|-----------------------|----------------------------|
| а) изопропилбензол; | г) <i>м</i> -этилтолуол; |
| б) бензойная кислота; | д) бензолсульфокислота; |
| в) анизол; | е) <i>м</i> -дихлорбензол? |

Назовите главный продукт реакции.

106. Из бензола получите следующие соединения:

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| а) 2,5-дибромнитробензол; | е) <i>м</i> -этилтолуол; |
| б) <i>м</i> -бромнитробромбензол; | ж) бензолсульфокислота; |
| * в) <i>м</i> -хлорнитробензол; | з) <i>м</i> -дихлорбензол; |
| г) <i>о</i> -хлорнитробензол; | и) 1-хлор-2,4-динитробензол |
| д) <i>п</i> -хлорнитробензол; | |

107. Как осуществить следующие превращения:



108. Какие вещества получаются при сульфировании следующих соединений (ввести только одну сульфогруппу):

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| а) пропилбензол; | д) 1-хлор-2-нитробензол; |
| б) нитробензол; | е) <i>п</i> -ксилол; |
| в) бензолсульфокислота; | ж) фенол; |
| г) хлорбензол; | * з) нафталин? |

109. Из бензола получите все изомерные хлорбензолсульфокислоты.

110. Получите из толуола все возможные сульфобензойные кислоты.

111. Из бензола получите следующие соединения:

- а) 3-бром-5-нитробензолсульфокислоту;
- б) 3-хлор-5-нитрофенол;
- в) 4-хлор-3-нитробензолсульфокислоту;
- г) 2-бром-5-нитробензолсульфокислоту.

112. Получите из толуола следующие вещества:

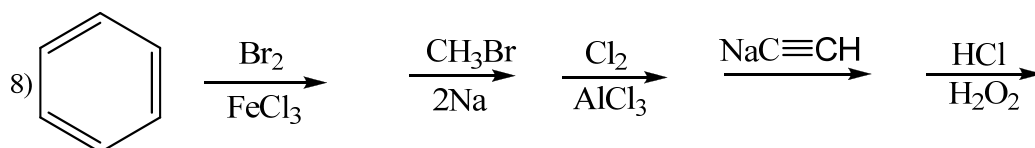
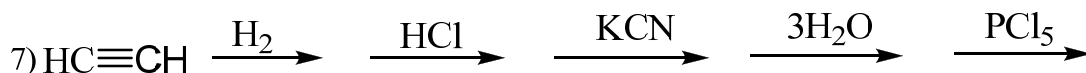
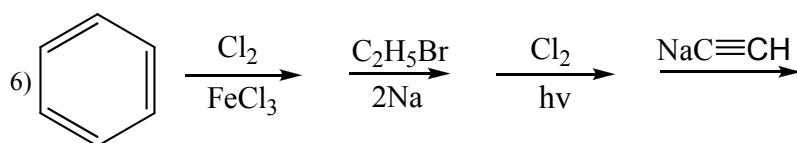
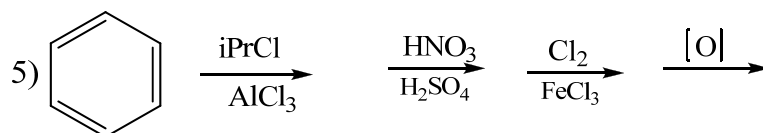
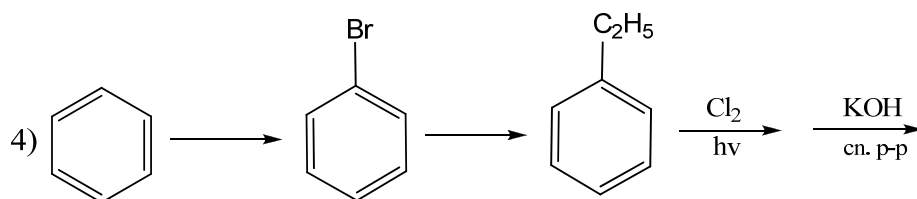
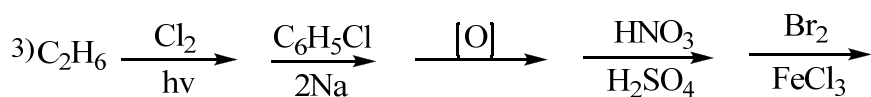
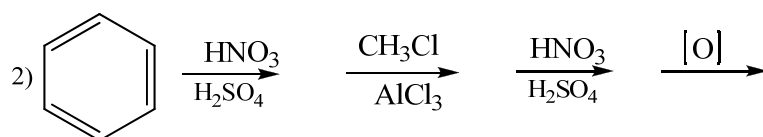
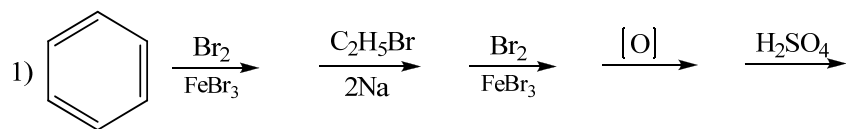
- а) 3-бром-4-толуолсульфокислоту;
- б) 4-нитро-2-сульфобензойную кислоту;
- в) 4-хлор-3-сульфобензойную кислоту;

- г) 5-бром-2-толуолсульфо кислоту;
 д) ж-сульфохлорбензойную кислоту.

113. Из бензолсульфо кислоту получите следующие вещества:

- а) бензол; * в) бензолсульфохлорид;
 б) фенол; г) бензойную кислоту.

114. С помощью каких реагентов можно осуществить следующие превращения:



115. Напишите уравнения реакций, с помощью которых из бензола можно получить следующие соединения:

- а) 3-нитробромбензол; ж) 2-бром-2-фенилпропан;
 б) 2-бром-4-этилтолуол; з) 4-*трет*-бутил-2-нитротолуол

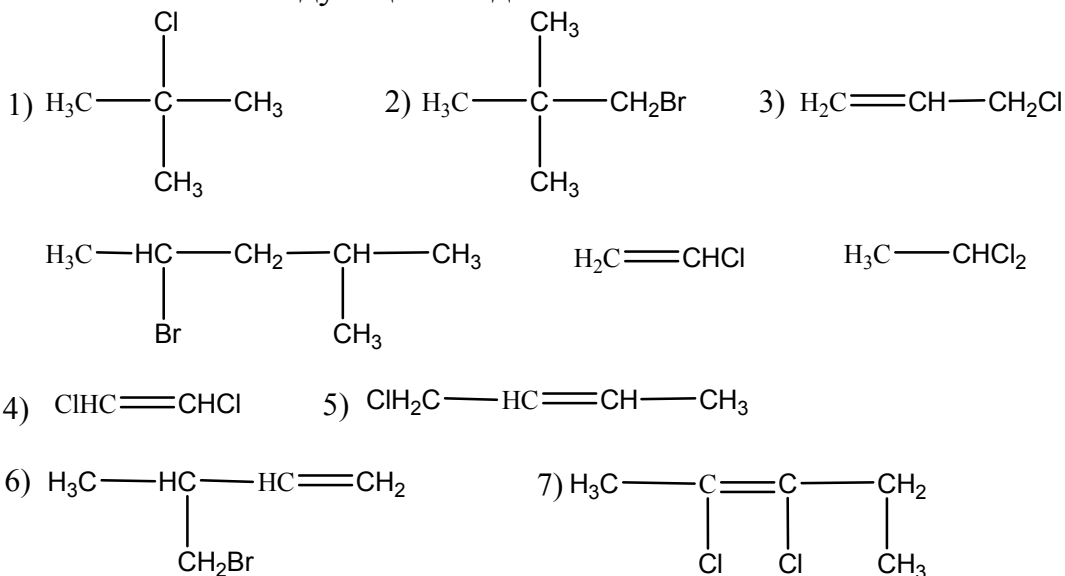
- в) 3-бром-4-метилацетофенон; и) *м*-хлорацетофенон;
 г) 3-бром-5-нитробензойная кислота; к) *п*-хлорацетофенон;
 д) 2-бром-4-нитробензойная кислота;
 е) *п*-изопропилбензолсульфоокислота.

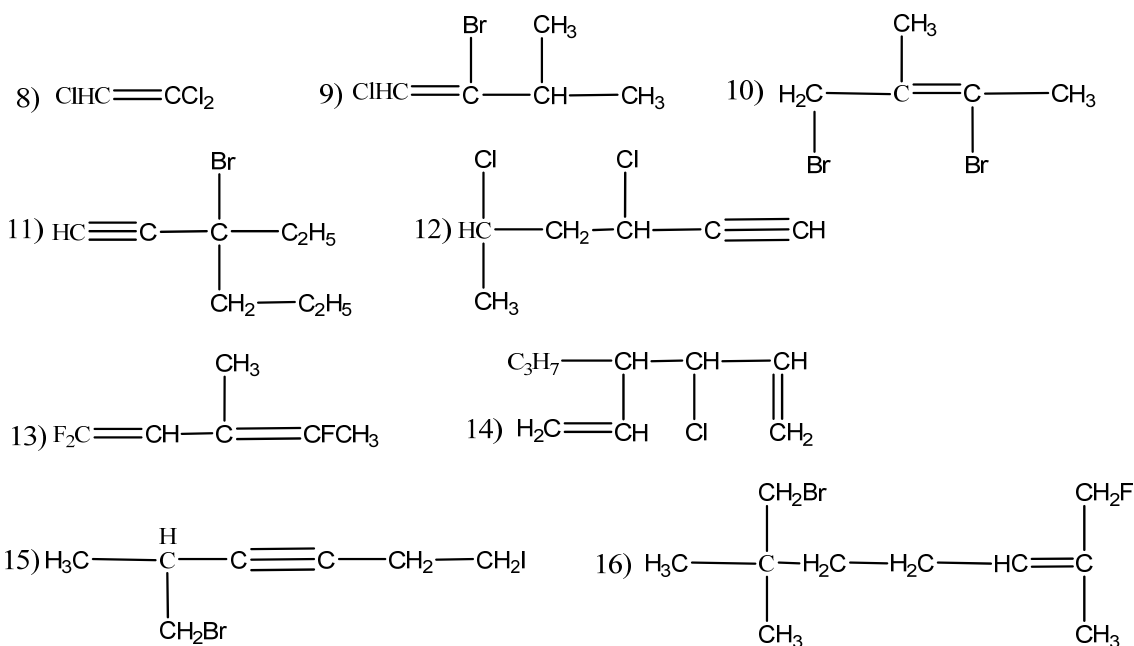
Галогенпроизводные углеводородов

116. Назовите следующие соединения:

- | | |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| 1) 1,2-дихлорбутан; | 18) 1,1,1,5-тетрахлорпентан; |
| 2) 3-хлор-2-метилбутан; | 19) 3-бром-2,5-диметилгексан; |
| 3) 4-бром-2-метилпентан; | 20) 1-хлор-2-метилбутадиен-1,3; |
| 4) 3-иодпропин-1; | 21) 1,2-дихлорбутадиен-1,3; |
| 5) 1,1,1-трифторэтан; | 22) 3,3-дихлор-4,4-диметилпентен-1; |
| 6) тетрафторэтилен; | 23) 1-хлор-2-бром-3-метилпентен-1; |
| 7) 3-хлор-3-метилпентадиен-1,4; | 24) 3-хлор-4,4-диметилпентин-1; |
| 8) 3-хлор-2,7-диметилоктин-4; | 25) бромистый метилен; |
| 9) иодоформ; | 26) пропилфторид; |
| 10) изобутилбромид; | 27) <i>трет</i> -хлористый амил; |
| 11) хлористый изогексил; | 28) винилфторид; |
| 12) аллилбромид; | 29) пропаргилхлорид; |
| 13) хлористый винил; | 30) перфторэтилен; |
| 14) тетрахлорэтилен; | 31) трифторметилацетилен; |
| 15) тетрахлорид ацетилена; | 32) хлористый этилиден; |
| 16) пентаметиленбромид; | 33) триметиленхлорбромид; |
| 17) хлоропрен; | 34) перфтор бутадиен. |

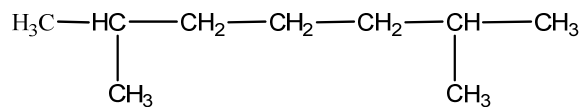
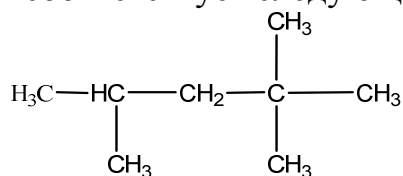
117. Назовите следующие соединения:





Укажите структуры, для которых возможны *цис-транс*-изомеры.

118. Сколько первичных, вторичных и третичных бромистых алкилов соответствует следующим углеводородам:



119. Напишите все изомерные соединения состава $\text{C}_4\text{H}_8\text{Br}_2$. Отметьте соединения с асимметрическим атомом углерода.

120. Имеются следующие спирты: а) изобутиловый; б) аллиловый $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{OH}$; в) *трет*-амиловый $\text{C}_2\text{H}_5\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{OH}$; г) *н*-пропиловый.

Получите:

- | | |
|--------------------------------|---------------------------------|
| а) <i>н</i> -бромистый пропил; | д) бромистый аллил; |
| б) бромистый изопропил; | е) <i>трет</i> -иодистый бутил; |
| в) 2,3-трихлорпропан; | ж) 5-хлор-3,3-диметилгексан; |
| г) 1,2-дибром-2-метилпропан; | |

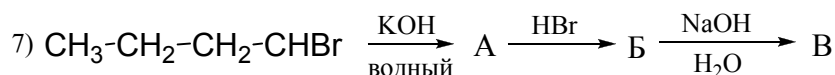
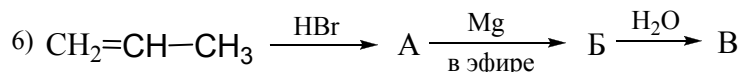
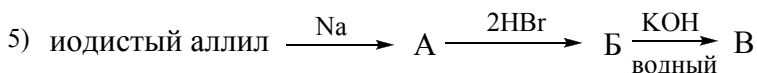
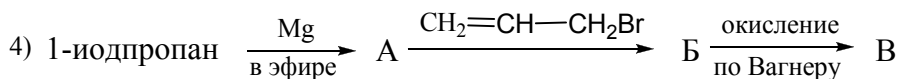
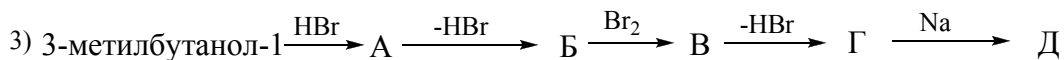
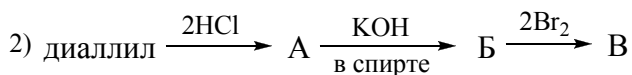
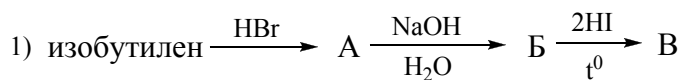
121. Как получить:

- 2,2-дихлорбутан из 2,3-дихлорбутана;
- 2-бром-3-метилбутан из бромистого изоамила;
- * в) бромистый *втор*-бутил из бромистого бутила;
- хлористый изопропил из пропилового спирта;
- иодистый *трет*-бутил из изобутилового спирта;
- 2-хлор-2-метилбутан из 2-метилбутена-1?

122. Исходя из ацетилена, получите следующие соединения:

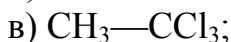
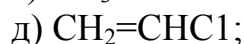
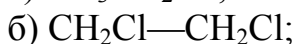
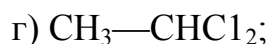
- | | |
|---------------------|------------------------|
| а) хлористый винил; | в) хлористый этилиден; |
| б) трихлорэтилен; | г) пентахлорэтан. |

123. Напишите схему образования иодоформа из ацетона («галоформная реакция»). Какие из перечисленных ниже соединений будут в аналогичных условиях (каких?) давать иодоформ:
- а) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_3$ *г) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$
 б) $\text{CH}_3\text{COCH}(\text{CH}_3)_2$ д) $(\text{CH}_3)_2\text{CHCOCH}(\text{CH}_3)_2$
 в) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_2\text{CH}_3$ е) CH_3CHO
124. Получите, исходя из этанола, следующие соединения:
- а) бромистый этил; в) хлороформ;
 б) иодистый этил; г) 1,2-дихлорэтан.
125. Как осуществить следующие превращения (укажите условия):
- 1) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{CH} \longrightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CCl}_2-\text{CH}_3$
- 2) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}\begin{matrix} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{H} \end{matrix} \longrightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CHCl}_2$
- 3) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}\begin{matrix} \nearrow \text{CH}_3 \\ \searrow \text{O} \end{matrix} \longrightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CCl}_2-\text{CH}_3$
126. Как из ацетиленов получить следующие соединения:
- *а) $\text{CH}_3-\text{CHBr}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$; в) $\text{CH}_2\text{Br}-\text{CHBr}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$;
 б) $\text{CH}_3-\text{CHBr}-\text{CHBr}-\text{CH}_3$ г) $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CCl}_3$
127. К метилацетилену присоедините 1 моль бромистого водорода, а затем 1 моль хлора. Назовите полученное соединение.
128. Какие соединения могут получиться при действии брома на изопрен? Назовите их. Отметьте структуры, имеющие *цис-транс*-изомеры.
129. Напишите для хлористого изобутила и иодистого пропила реакции со следующими веществами:
- а) цианистый калий; д) водный раствор KOH ;
 б) аммиак; е) нитрит серебра;
 в) металлический натрий; ж) метилат натрия;
 г) спиртовой раствор KOH ; з) ацетат серебра;
130. Как из пропиленов получить 1,2,3-трихлорпропан? Укажите условия. Объясните ход реакции.
131. Каким образом, исходя из иодистого пропила, получить следующие соединения:
- а) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$; д) $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{CH}$
 б) $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$; е) $\text{CHBr}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
 в) $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$; ж) $\text{CH}_3\text{CBr}_2\text{CH}_3$
 г) $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$
- Назовите все промежуточные и конечные вещества.
132. Напишите формулы промежуточных и конечных веществ в следующих схемах:



133. Рассмотрите реакцию отщепления HCl от 3-бром-2-метилпентана (при действии спиртовой щелочи). Какой из изомеров углеводорода образуется преимущественно? Дайте объяснение.

134. Напишите уравнения гидролиза следующих галогенорганических соединений:

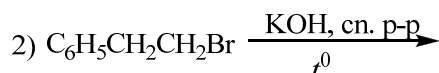
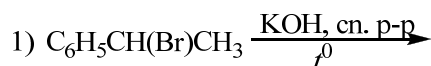


Назовите получающиеся вещества.

135. Напишите структурную формулу вещества $\text{C}_4\text{H}_9\text{Br}$, если при гидролизе оно превращается в первичный спирт, а в результате дегидробромирования и последующего гидробромирования образует третичный бромид.

136. Напишите структурную формулу вещества $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{Br}$, которое при гидролизе дает третичный спирт, а при дегидробромировании — триметилэтилен.

137. Завершите реакции:



Какой продукт образуется преимущественно в каждой из реакций? Предложите объяснение

138. Предложите схемы синтеза следующих соединений, исходя из соответствующего галогенида:

а) бутил-*трет*-бутиловый эфир;

г) бензилфениловый эфир;

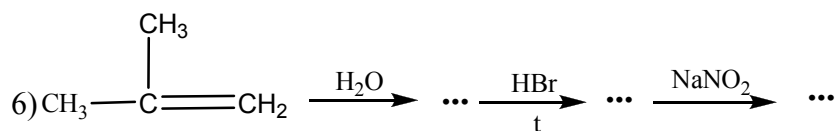
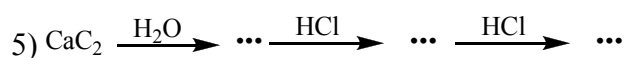
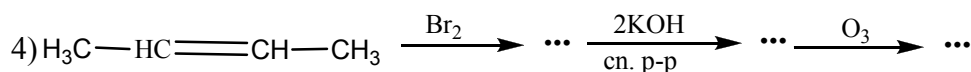
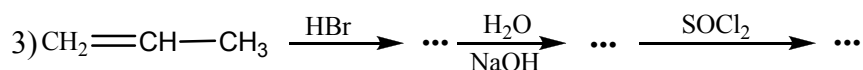
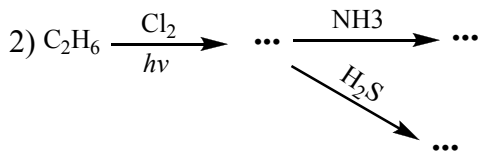
б) фенилнеопентилловый эфир;

д) ди-*трет*-бутиловый эфир;

в) аллилизопропиловый эфир;

е) метилбутиловый эфир;

139. С помощью каких реагентов можно осуществить следующие превращения:



Назовите все вещества.

Общие задания к разделу «Углеводороды»

140. Напишите структурные формулы следующих соединений:

1) кумол

7) *м*-ксилол

2) ацетилен

8) нафталин

3) дивинил

9) фенантрен

4) изопрен

10) неопентан

5) толуол

11) фенилацетилен

6) стирол

12) антрацен

141. Напишите структурные формулы следующих соединений:

1) 2-метил-1,3-бутадиен

2) 1,3-пентадиен-4-ин

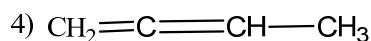
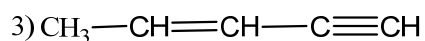
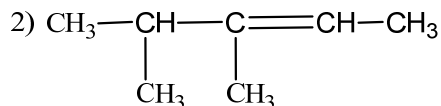
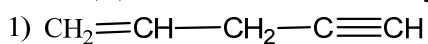
3) 1,3-диметил-4-изопропилциклогексан

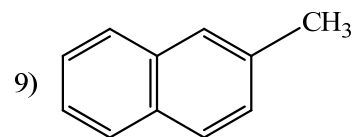
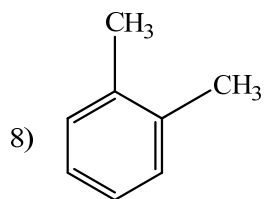
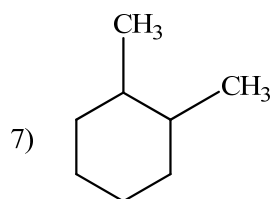
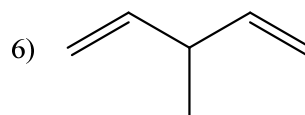
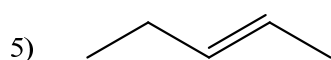
4) 1-винил-2-этилнафталин

5) 1-метилено-3-этилгексан

6) *транс*-2-бутен.

142. Дайте названия следующим соединениям:





143. Осуществите следующие превращения с указанием уравнений реакций и названий:

1) этилен $\longrightarrow$ ацетилен $\longrightarrow$ бензол $\longrightarrow$ толуол

2) хлорэтан $\longrightarrow$ бутан $\longrightarrow$ бутадиен $\longrightarrow$ циклогексен $\longrightarrow$ бензол

3) метан $\longrightarrow$ ацетилен $\longrightarrow$ винилацетилен $\longrightarrow$ бутан

Кислородсодержащие соединения

Спирты

Спирты – кислородсодержащие органические соединения, в которых один или несколько атомов водорода замещен на гидроксильную группу – *ОН*.

Классификация

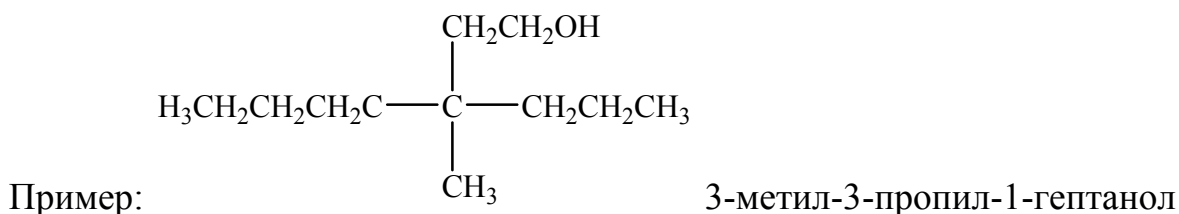
1. По количеству гидроксильных групп:
 - одноатомные;
 - многоатомные.
2. По числу атомов водорода, связанных с карбинольным углеродом:
 - *первичный спирт* имеет два атома водорода у карбинольного атома углерода (RCH_2OH);
 - *вторичный спирт* - один атом водорода (R_2CHOH);
 - *третичный спирт* – ни одного (R_3COH).
3. По строению углеводородной цепи:
 - насыщенные;
 - ненасыщенные;
 - ароматические.

Номенклатура

Согласно системе IUPAC правила номенклатуры спиртов следующие:

1. Выбирают наиболее длинную углеродную цепь, содержащую *ОН*-группу. К названию алкана, обозначающему данную углеродную цепь, присоединяют окончание –*ол*.

2. Атомы углерода основной цепи нумеруются таким образом, чтобы атом углерода, связанный с гидроксильной группой, получил наименьший возможный номер.



Иначе спирты называют, прибавляя к названию соответствующей алкильной группы слово *спирт*.

Пример: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ этиловый спирт

Простые спирты, содержащие две или более гидроксильные группы, называют *диолами* (или *гликолями*), *триолами* и т.п.

Пример: $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

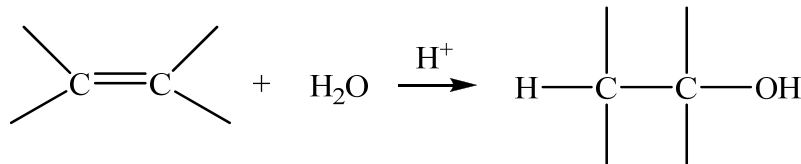
$\text{HOCH}_2\text{-CH(OH)-CH}_2\text{OH}$

1,2-этандиол
(этиленгликоль)

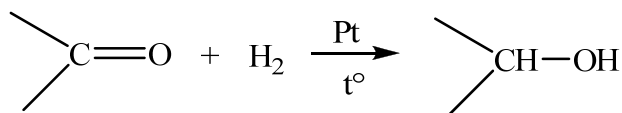
1,2,3-пропантриол
(глицерин)

Методы получения

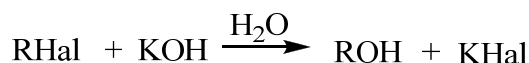
1. Гидратация алкенов в присутствии кислот (H_2SO_4 , H_3PO_4 и т.п.) или катализатора Al_2O_3 . Реакция протекает по правилу Марковникова.



2. Восстановление карбонильных соединений (альдегидов и кетонов). При этом альдегиды легко восстанавливаются в первичные спирты, а кетоны – во вторичные.



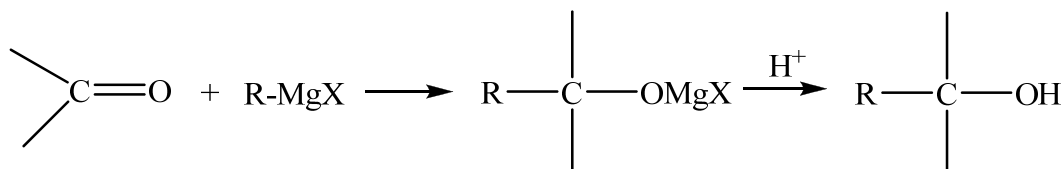
3. Гидролиз галогенпроизводных алканов под действием водных растворов щелочей.



4. Гидролиз сложных эфиров

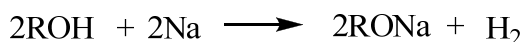


5. Взаимодействие реактивов Гриньяра с карбонильными соединениями

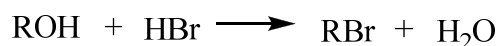


Химические свойства

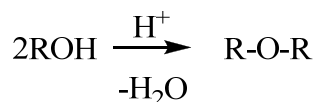
1. Спирты как кислоты вступают в реакцию с металлами с образованием алкоголятов металлов



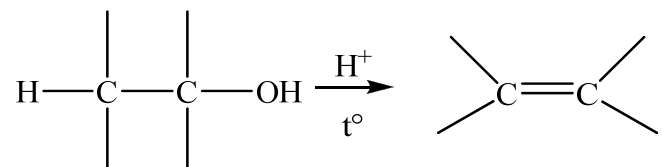
2. Превращение спиртов в алкилгалогениды под действием галогеноводородов. В этом случае проявляются основные свойства спиртов, поскольку происходит замещение OH -группы.



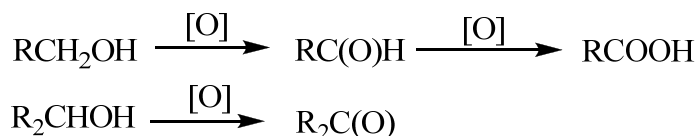
3. Межмолекулярная дегидратация спиртов с образованием простых эфиров



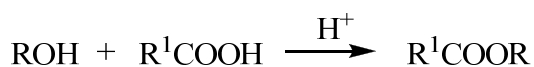
4. Внутримолекулярная дегидратация спиртов в соответствии с правилом Зайцева



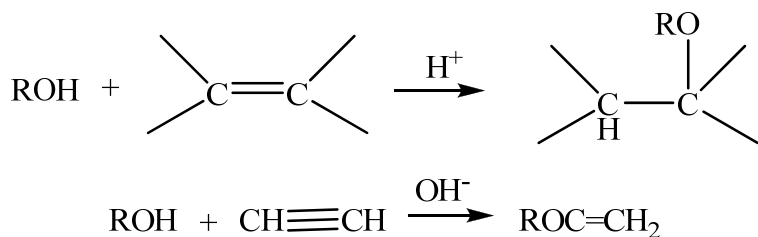
4. Окисление спиртов. Первичные спирты окисляются до альдегидов и далее до карбоновых кислот, вторичные – до кетонов. Третичные спирты при обычных условиях не окисляются.



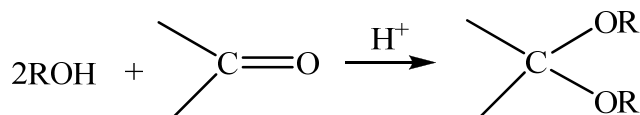
5. Реакция этерификации



6. Реакция присоединения спиртов к алкенам и алкинам в соответствии с правилом Марковникова



7. Реакция присоединения к альдегидам и кетонам



Задачи

144. Напишите структурные формулы следующих соединений:

- | | |
|----------------------------------|---------------------------|
| 1) 2-пропанол; | 5) 2,3-диметил-2-бутанол; |
| 2) амиловый спирт; | 6) виниловый спирт; |
| 3) <i>трет</i> -бутиловый спирт; | 7) аллиловый спирт; |
| 4) 2-метил-3-пентанол; | 8) бензиловый спирт; |

9) этиленгликоль;

11) циклогексанол;

10) глицерин;

12) метилкарбинол.

145. Напишите структурные формулы следующих спиртов:

1) 2,3-диметилбутанол-2;

3) бутен-3-ол-2;

2) 2-метилбутандиол-2,3;

4) 2,2,4-триметилпентанол-1.

Укажите первичные, вторичные и третичные спирты.

146. Напишите структурные формулы следующих спиртов:

1) глицерин;

3) 2,3-диметилпентадиол-2,3;

2) 4,4-диметилпентен-1-ол-3;

4) пропин-2-ол-1.

147. Назовите следующие соединения:

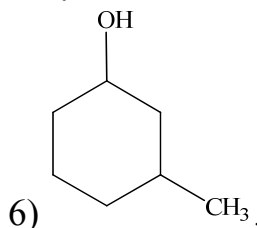
1) $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_2\text{OH}$;

2) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{OH}$;

3) $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2\text{OH}$;

4) $(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{OH})-\text{C}(\text{OH})(\text{CH}_3)_2$;

5) $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{Br})-\text{CH}_2\text{OH}$;



148. Назовите следующие соединения:

1) $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$;

2) $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_3$;

3) $(\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}_3$;

4) $(\text{CH}_3)_2(\text{OH})\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$.

149. Напишите структурные формулы всех изомеров спирта $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ и назовите их.

150. Напишите структурные формулы вторичных и третичных спиртов состава $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{OH}$ и назовите их.

151. Напишите структурные формулы третичных спиртов состава $\text{C}_7\text{H}_{15}\text{OH}$ и назовите их.

152. Напишите структурные формулы ненасыщенных спиртов состава $\text{C}_4\text{H}_7\text{OH}$, $\text{C}_5\text{H}_9\text{OH}$ и назовите их. Отметьте структуры, имеющие *цис*-, *транс*- изомеры.

153. Напишите структурные формулы изомеров хлорпропанола $\text{C}_3\text{H}_6\text{ClOH}$ и назовите их.

154. Назовите одноатомные спирты, получающиеся при восстановлении следующих карбонильных соединений:

1) $\text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{O})-\text{CH}_3$;

4) $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{C}(\text{O})\text{H}$;

2) $\text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{O})-\text{C}_2\text{H}_5$;

5) $(\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}(\text{O})\text{H}$;

3) $(\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{C}(\text{O})-\text{CH}(\text{CH}_3)$;

6) $\text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{O})-\text{CH}_2-\text{C}(\text{O})-\text{CH}_3$.

155. Какие спирты получаются при гидратации следующих этиленовых углеводов:

1) пропилен;

3) триметилэтилен;

2) изобутилен;

4) 2,2-диметилгексен-3.

156. Какие вещества получаются при действии бихромата калия в присутствии серной кислоты на следующие спирты:

1) пропанол-1; 2) изопропанол; 3) 3-метил-2-пентанол.

157. Напишите уравнения дегидратации следующих спиртов в присутствии серной кислоты:

- 1) 3-метил-2-пентанол; 3) 3-метил-3-пентанол;
2) 3-метил-1-пентанол; 4) 4-метил-3-гексанол.

Назовите продукты реакций.

158. Составьте уравнения реакции спиртов пропанол-1 и пропанол-2:

- 1) с натрием металлическим; 2) с уксусной кислотой; 3) окисление;
4) дегидратация (внутри- и межмолекулярная).

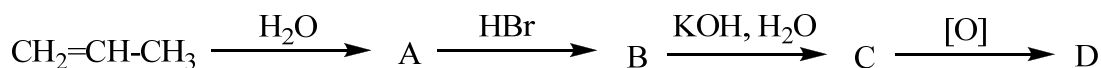
159. Напишите уравнения реакций спирта $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}(\text{CH}_3)\text{OH}$ с:

- 1) натрий металлический; 2) HBr ; 3) бромная вода; 4) H_2O .

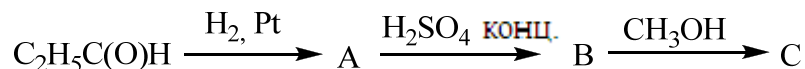
160. Напишите уравнения реакций для следующих превращений:



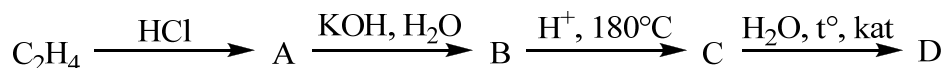
161. Напишите уравнения следующих реакций:



162. Напишите уравнения следующих реакций:



163. Напишите уравнения следующих реакций:



164. Какие спирты образуются при действии водного раствора щелочи на следующие соединения:

- 1) бромистый изопропил; 3) 4-хлор-2-метилпентанол-2;
2) 1,3-дихлорпропан; 4) 2,3-дибромбутан.

Назовите полученные соединения.

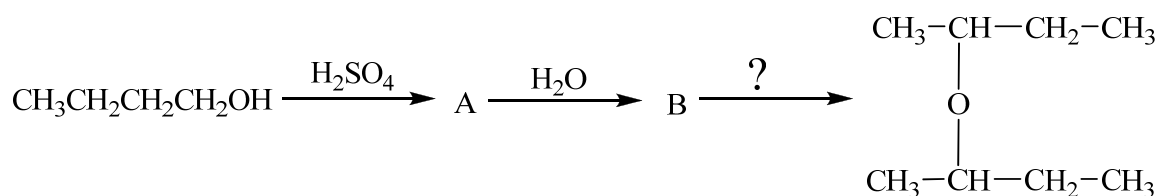
165. Напишите структуры непредельных углеводородов, из которых гидратацией были получены следующие спирты:

- 1) *трет*-бутиловый спирт; 3) 2-пропанол;
2) 2-бутанол; 4) 4-метил-2-пентанол.

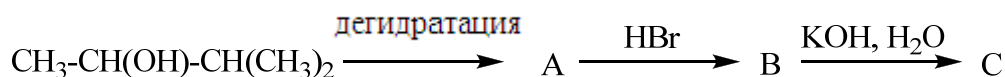
166. Напишите схемы реакций, протекающих при действии:

- 1) дихромата калия в присутствии серной кислоты на этиленгликоль;
2) концентрированной серной кислоты на этиленгликоль.

167. Осуществите следующие превращения:



168. Осуществите следующие превращения:



Простые эфиры

Простые эфиры – органические соединения, в состав которых входят два углеводородных радикала, соединенных атомом кислорода ($\text{R}^1\text{-O-R}^2$).

Классификация

- Симметричные эфиры – эфиры, в состав которых входят два одинаковых углеводородных радикала ($\text{R}^1=\text{R}^2$)
- Несимметричные эфиры – эфиры, в состав которых входят два разных углеводородных радикала ($\text{R}^1\neq\text{R}^2$)

Номенклатура

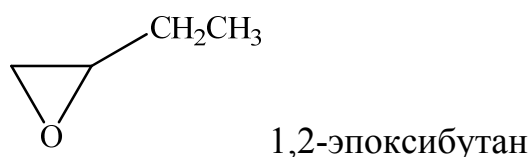
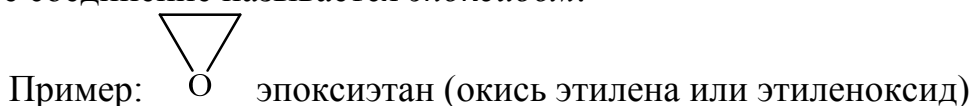
К названию одного углеводородного радикала в алфавитном порядке добавляется название другого углеводородного радикала и слово *эфир*.

Пример: $\text{CH}_3\text{-O-C}_2\text{H}_5$ метилэтиловый эфир

Если углеводородные радикалы одинаковые, то к названию радикала прибавляется приставка *ди*.

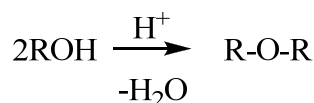
Пример: $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$ диметиловый эфир

Если эфирный атом кислорода входит в состав трехчленного цикла, такое соединение называется *эпоксидом*.

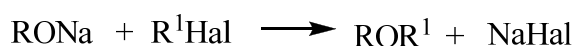


Методы получения

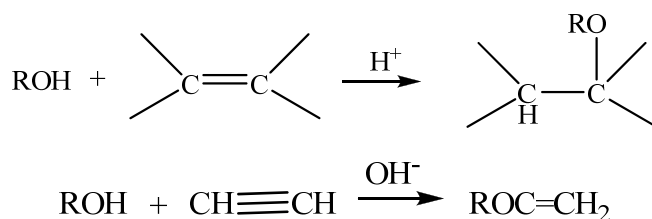
1. Межмолекулярная дегидратация спиртов



2. Взаимодействие алколюлятов металлов и галогенпроизводных алканов

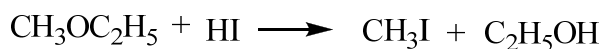


3. Реакция присоединения спиртов к алкенам и алкинам по правилу Марковникова

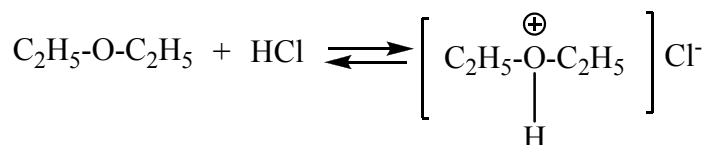


Химические свойства

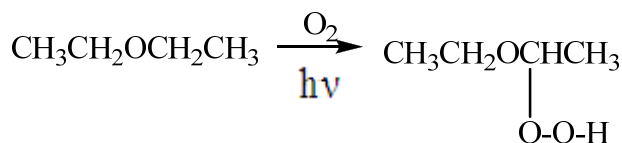
1. Расщепление под действием иодоводородной кислоты



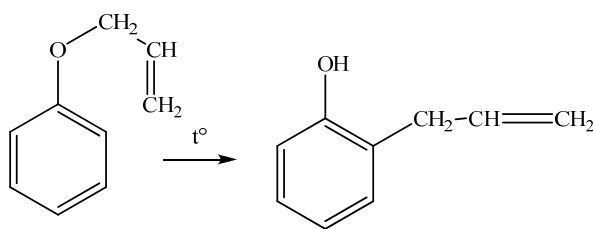
2. Присоединение сильных кислот



3. Окисление кислородом воздуха с образованием гидропероксидов, которые являются очень неустойчивыми соединениями и легко взрываются



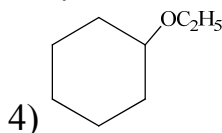
4. Перегруппировка Кляйзена аллилфенилового эфира



Задачи

169. Назовите следующие соединения:

- 1) $(\text{CH}_3)_2\text{CH-O-CH}_3$;
- 2) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-CH=CH}_2$;
- 3) $\text{C}_6\text{H}_5\text{-O-C}_6\text{H}_5$;

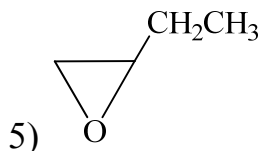


170. Назовите следующие соединения:

- 1) $(\text{CH}_3)_2\text{CH-O-CH(CH}_3)_2$;
- 2) $(\text{CH}_3)_3\text{C-O-CH}_2\text{-CH}_3$;
- 3) $\text{C}_2\text{H}_5\text{O-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OC}_2\text{H}_5$;
- 4) $(\text{CH}_3)_2\text{CH-CH}_2\text{-O-CH(CH}_3\text{)=CH}_2$.

171. Назовите приведенные ниже соединения:

- 1) $\text{CH}_3\text{-O-CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$;
- 2) $\text{H}_2\text{C=CH-O-CH=CH}_2$;
- 3) $\text{H}_2\text{C=CH-CH}_2\text{-O-C}\equiv\text{CH}$;



172. Нарисуйте структурные формулы следующих веществ:
- 1) анизол (метоксибензол);
 - 2) фенол (этоксибензол);
 - 3) этилизопропиловый эфир;
 - 4) этиленоксид;
 - 5) диизопропиловый эфир;
 - 6) *трет*-бутилметилловый эфир;
 - 7) 1,2-диметоксиэтан.

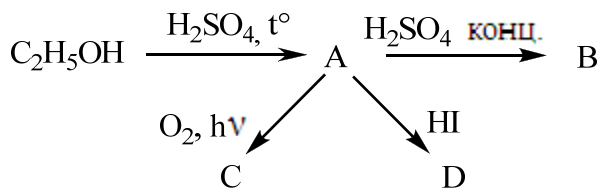
173. Напишите структурные формулы изомерных эфиров состава $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$, $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ и назовите их.

174. Напишите структурные формулы изомерных эфиров состава $\text{C}_7\text{H}_{16}\text{O}$, имеющие разветвленные углеводородные радикалы вторичного и третичного строения.

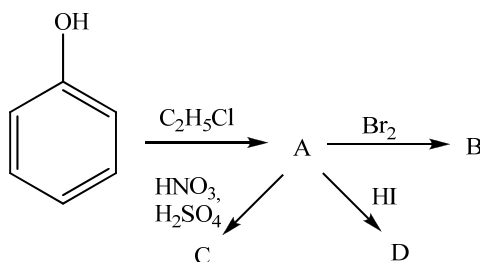
175. Напишите следующие реакции получения этилизопропилового эфира:

- 1) алкен + спирт $\xrightarrow{\text{H}^+}$
- 2) алкоголят натрия + галоген алкан $\longrightarrow$
- 3) алкоголят натрия + алкилтозилат ($\text{R-OSO}_2\text{-C}_6\text{H}_4\text{CH}_3$) $\longrightarrow$

176. Напишите уравнения реакций и назовите вещества:



177. Напишите уравнения реакций и назовите вещества:

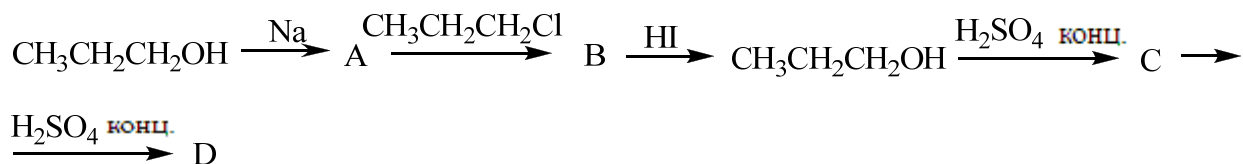


178. Напишите получение этилбутилового эфира различными способами.

179. Напишите продукты реакций, образующиеся в результате следующих взаимодействий. Назовите вещества.

- 1) $(\text{CH}_3)_2\text{C=CH-CH}_3 + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow{\text{H}^+}$
- 2) $(\text{CH}_3)_2\text{CH-CH=CH-CH}(\text{CH}_3)_2 + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow{\text{H}^+}$
- 3) $\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + (\text{CH}_3)_2\text{CH-Br} \longrightarrow$

180. Напишите уравнения реакций и назовите вещества:



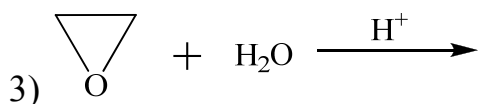
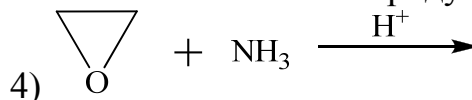
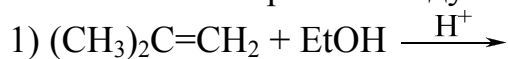
181. Напишите реакции синтеза каждого из представленных ниже соединений, используя разные способы:

- 1) диэтиловый эфир;
- 2) изопропил-2-гексил-овый эфир;
- 3) диметил-овый эфир;
- 4) этил-*трет*-бутиловый эфир.

182. Какие продукты образуются при реакции перечисленных ниже соединений:

- 1) пропилиодид и пропилат натрия;
- 2) этилат натрия и трет-бутилиодид;
- 3) диэтиловый эфир и холодная концентрированная серная кислота.

183. Завершите следующие реакции. Назовите конечные продукты.



184. Приведите схему реакции и условия *перегруппировки Кляйзена* аллилфенилового эфира.

Фенолы

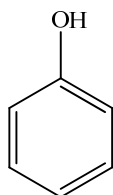
Фенолы – органические соединения, в которых гидроксильная группа связана с ароматическим ядром

Классификация

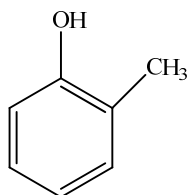
По числу гидроксильных групп фенолы классифицируют как *одно-, двух-, трех- и многоатомные* фенолы.

Номенклатура

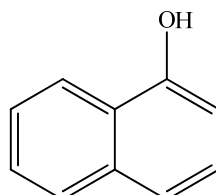
Тривиальные названия:



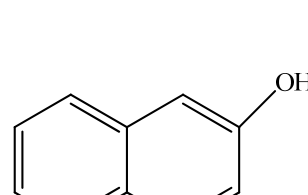
фенол



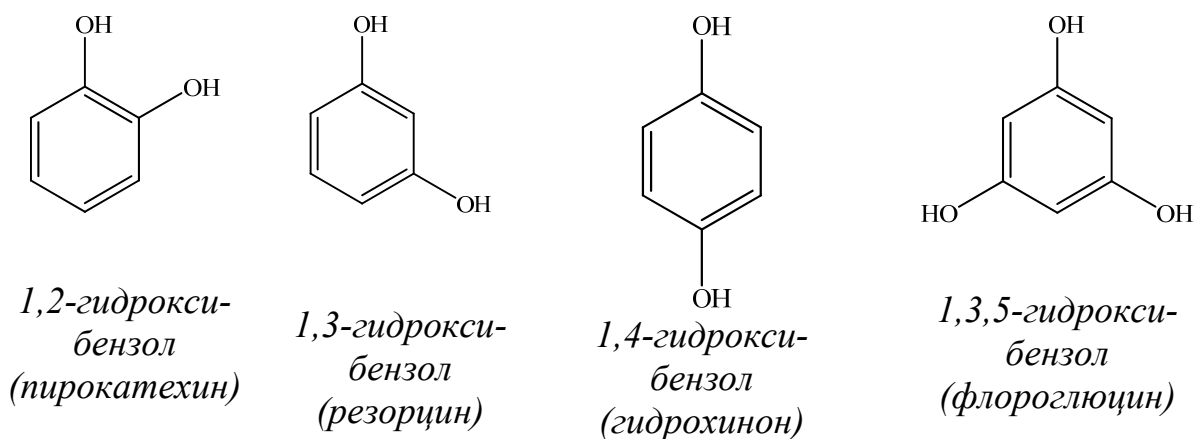
о-метилфенол
(*о*-крезол)



1-нафтол
(α -нафтол)

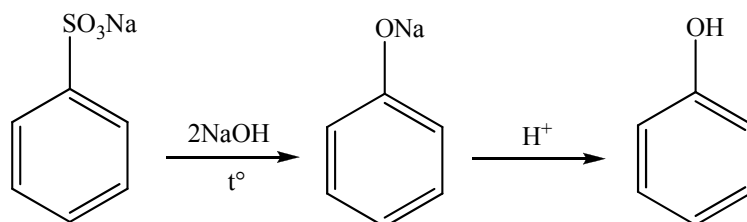


2-нафтол
(β -нафтол)

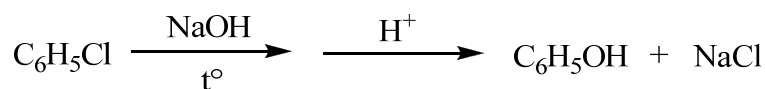


Методы получения

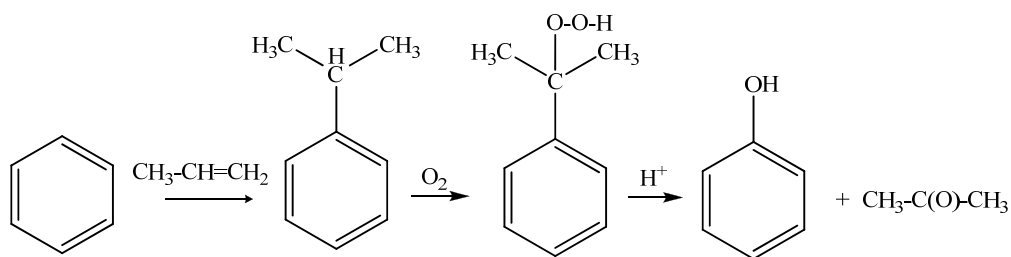
1. Реакция щелочного плавления Na-солей сульфокислот



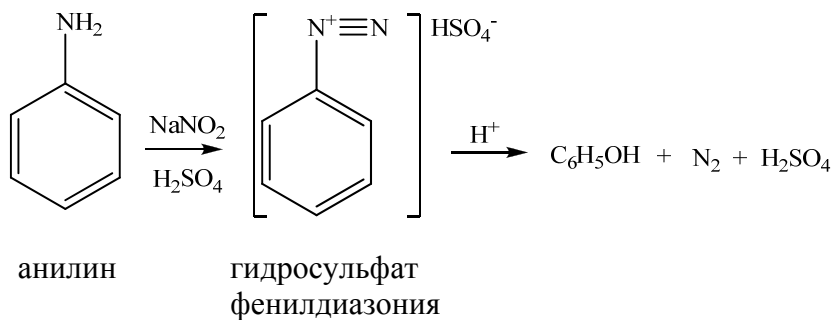
2. Замещение галогена в галогенаренах



3. Кумольный метод – окисление изопропилбензола (кумола)



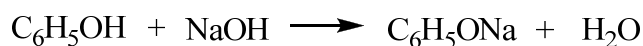
4. Превращение солей диазония



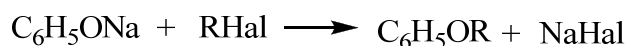
Химические свойства

1. Реакции с участием гидроксильной группы

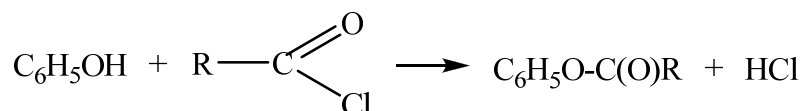
1.1. Кислотные свойства: взаимодействие с водными растворами щелочей и спиртовыми растворами алколюлятов с образованием фенолятов щелочных металлов



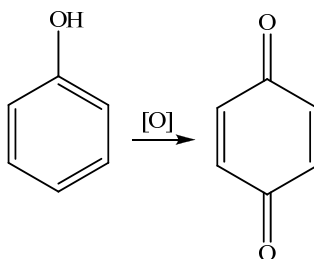
1.2. Образование простых эфиров взаимодействием фенолятов щелочных металлов с алкилгалогенидом



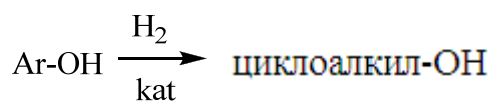
1.3. Образование сложных эфиров взаимодействием фенолов с ангидридами и галогенангидридами карбоновых кислот



1.4. Окисление. Под действием хромовой кислоты фенолы окисляются в хиноны.

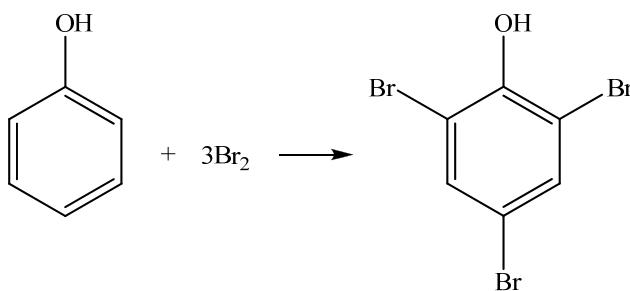


1.5. Восстановление

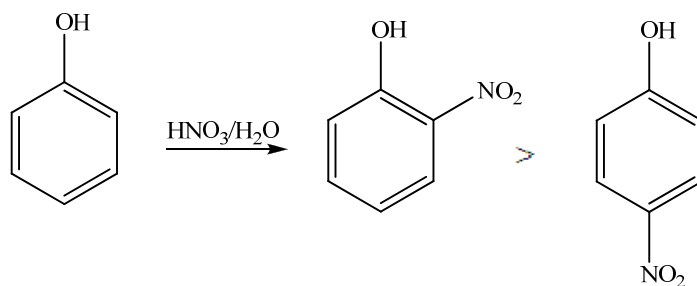


2. Реакции ароматического ядра

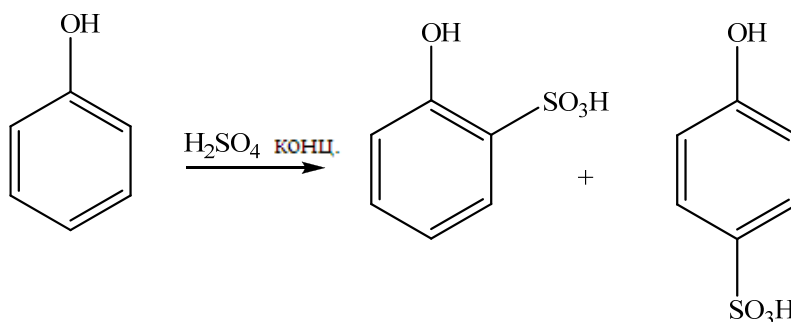
2.1. Галогенирование



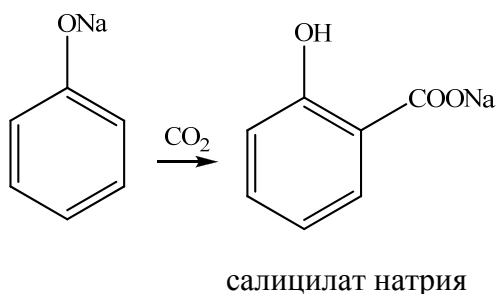
2.2. Нитрование фенола разбавленной азотной кислотой приводит к образованию *o*- и *p*-нитрофенолов.



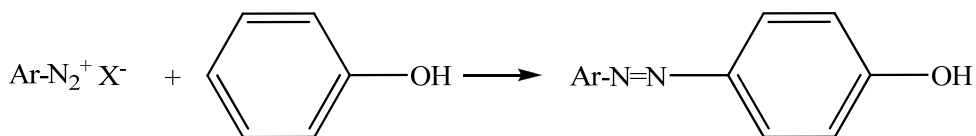
2.3. Сульфирование



2.4. Реакция Кольбе



2.5. Азосочетание



Задачи

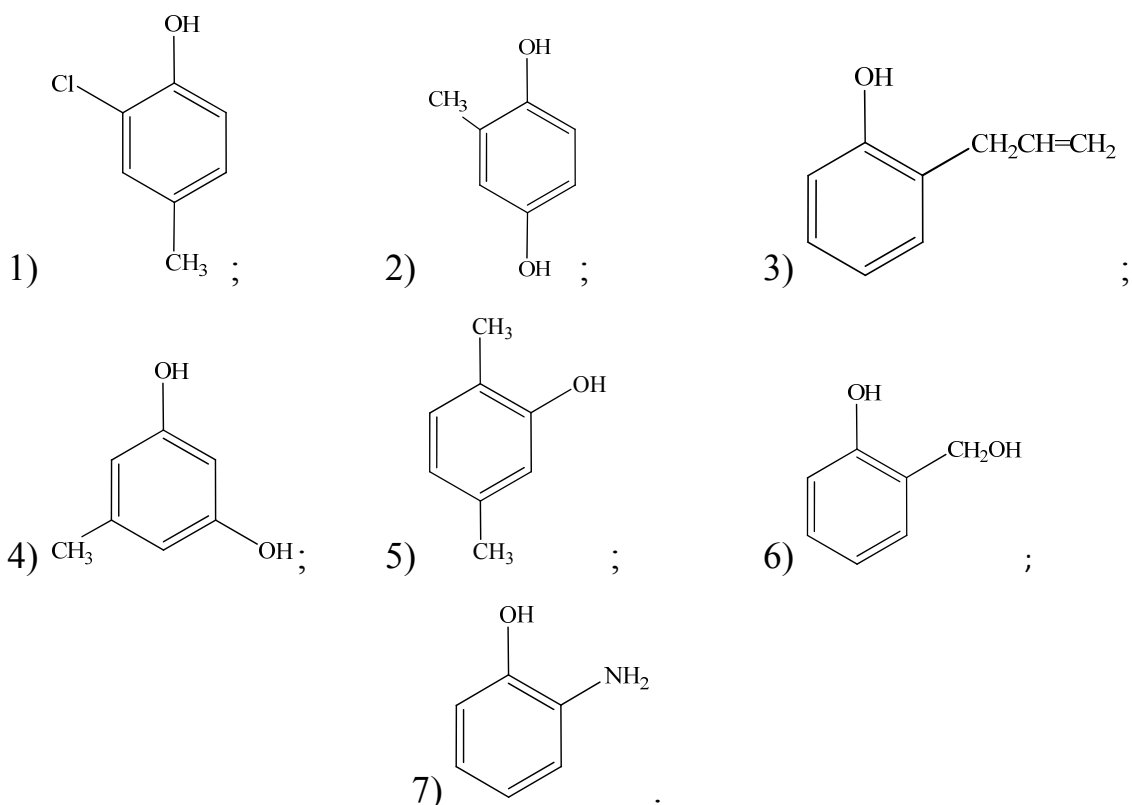
185. Напишите структурные формулы следующих веществ:

- | | |
|----------------------|----------------|
| 1) <i>n</i> -крезол; | 4) резорцин; |
| 2) гидрохинон; | 5) пирогаллол. |
| 3) пирокатехин; | |

186. Напишите структурные формулы следующих веществ:

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| 1) пикриновая кислота; | 3) 2,4-динитрофенол; |
| 2) 2-гидроксиметилфенол; | 4) <i>m</i> -аминофенол. |

187. Назовите следующие соединения:



188. Напишите структурные формулы и назовите все изомеры:

- 1) метилфенолов; 2) двухатомных фенолов.

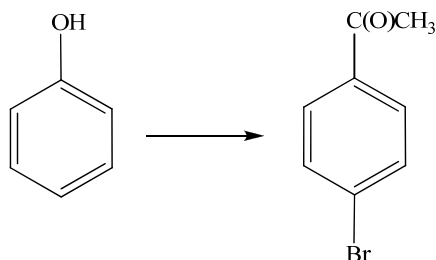
189. Напишите структурные формулы изомеров 2-метил-6-хлорфенола и назовите их.

190. Напишите структурные формулы и назовите все изомеры трехатомных фенолов формулы $C_6H_3(OH)_3$.

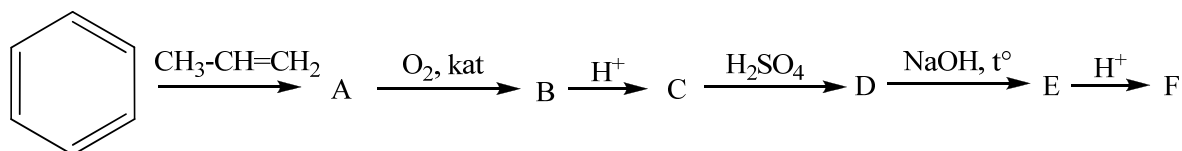
191. Получите фенол из бензолсульфокислоты, кумола, хлорбензола.

192. Как из *o*-хлортолуола можно получить *o*-крезол? Напишите уравнения реакций и их условия.

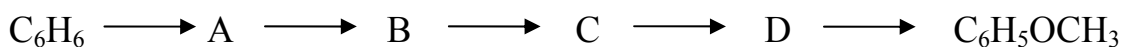
193. Напишите уравнения следующих превращений:



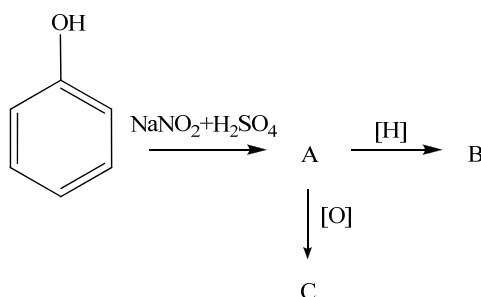
194. Напишите уравнения следующих превращений:



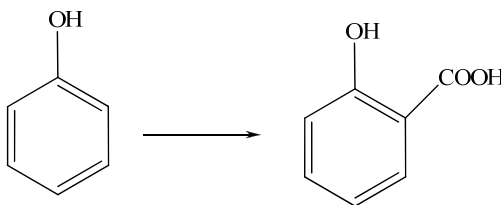
195. Напишите уравнения реакции фенола с:
 1) $\text{C}_6\text{H}_5\text{-C(O)Cl}$; 3) HNO_3 ;
 2) бромная вода; 4) CrO_3 .
 196. Предложите схемы реакций и промежуточные соединения:



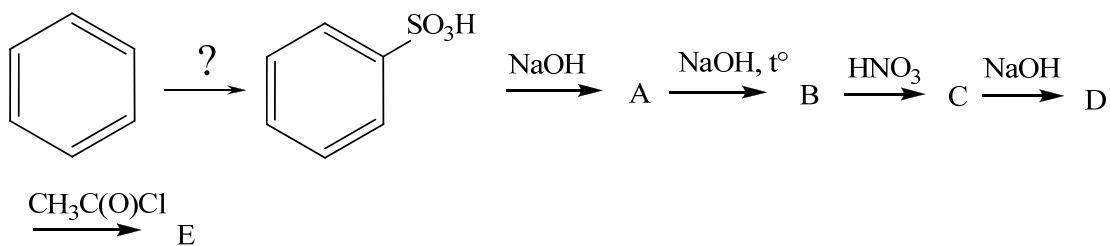
197. Предложите оптимальные схемы получения из фенола:
 1) салициловой кислоты; 2) пикриновой кислоты.
 198. Приведите схему и условия перегруппировки Кляйзена аллилфениловых эфиров.
 199. Осуществите следующие превращения:



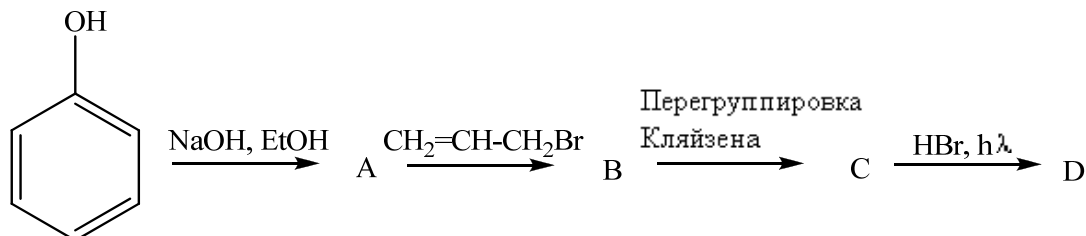
200. Осуществите следующие превращения:
 бензол $\longrightarrow$ *n*-бромэтоксibenзол
 201. Осуществите следующие превращения:
 бензол $\longrightarrow$ *n*-сульфофенилацетат
 202. Осуществите следующие превращения:
 бензол $\longrightarrow$ тринитрометоксибензол
 203. Осуществите следующие превращения:



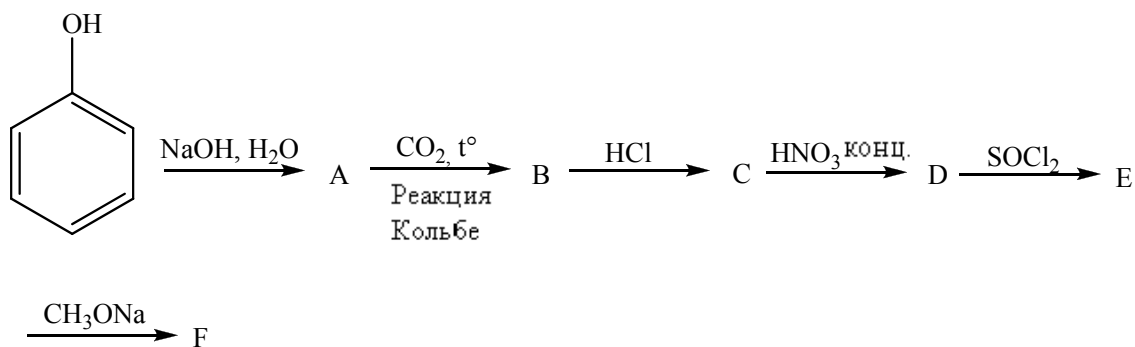
204. Приведите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:
 1) фенол $\longrightarrow$ циклогексанол;
 2) фенол $\longrightarrow$ циклогексанон;
 3) фенол $\longrightarrow$ *o*-пропилфенол.
 205. Осуществите следующие превращения:



206. Осуществите следующие превращения:



207. Осуществите следующие превращения:



Альдегиды, кетоны, хиноны, оксимы

Альдегиды и кетоны – кислородсодержащие органические соединения,

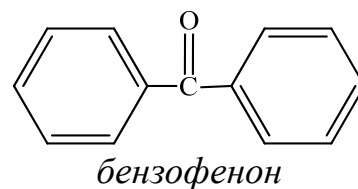
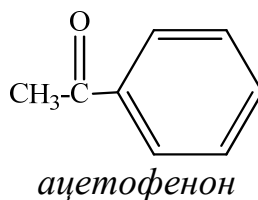
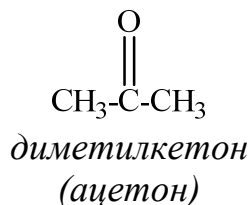
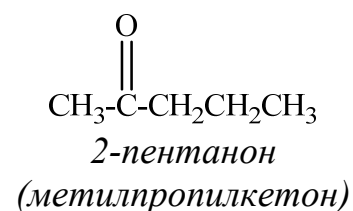
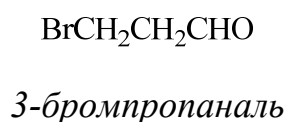
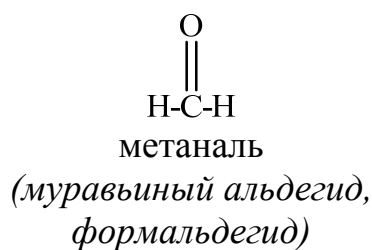
содержащие карбонильную группу $\text{C}=\text{O}$. Если карбонильный атом углерода связан только с алкильными или арильными группами, то соединения является *кетон*ом. Если карбонильный атом углерода связан с алкильной группой и с атомом водорода, то соединения является *альдегид*ом.

Номенклатура

При наименовании *альдегидов* за основу выбирают наиболее длинную цепь атомов углерода, включающую альдегидную группу $-\text{CHO}$, и прибавляют к ее названию окончание *-аль*. Альдегидному атому углерода приписывают номер 1.

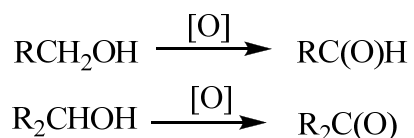
Кетоны называют также, но только окончанием в данном случае будет *-он*. Кетонному атому углерода приписывают наименьший возможный номер. Либо название кетонов образуется из названий углеводородных радикалов и слова «кетон»

Примеры:

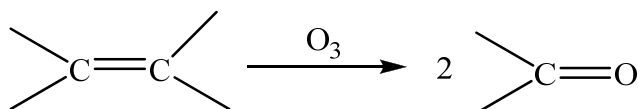


Методы получения

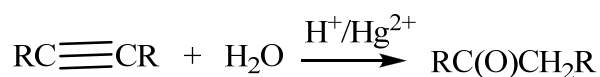
1. Окисление спиртов. Первичные спирты окисляются до альдегидов, а вторичные – до кетонов.



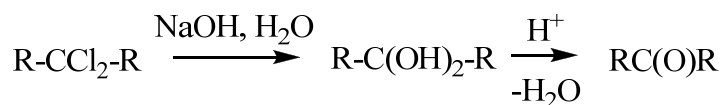
2. Озонирование алкенов



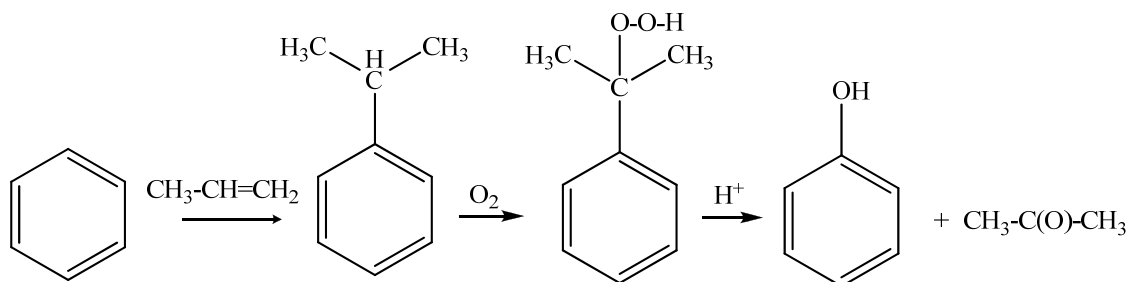
3. Гидратация алкинов



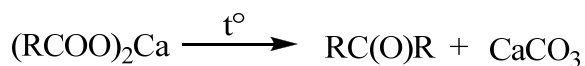
4. Гидролиз дигалогенпроизводных алканов



5. Кумольный метод – окисление изопропилбензола (кумола)



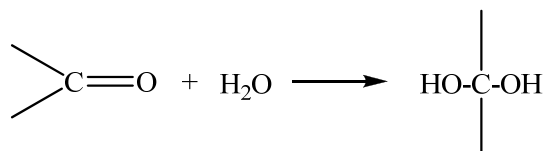
6. Декарбоксилирование солей карбоновых кислот



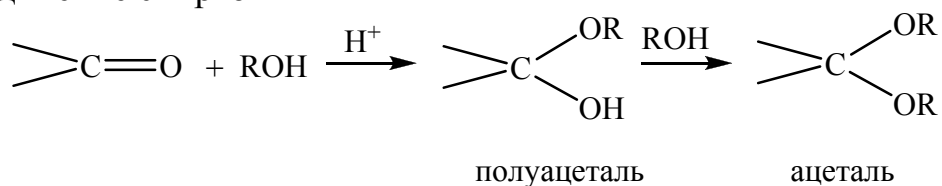
Химические свойства

1. Реакции присоединения

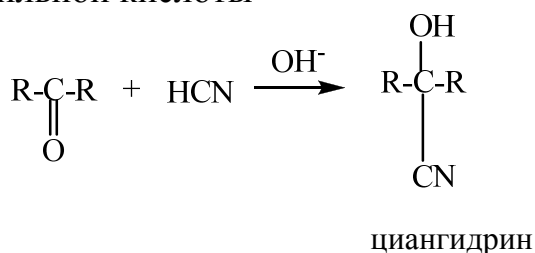
1.1. Гидратация



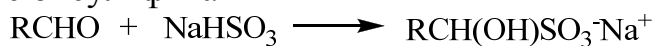
1.2. Присоединение спиртов



1.3. Присоединение синильной кислоты



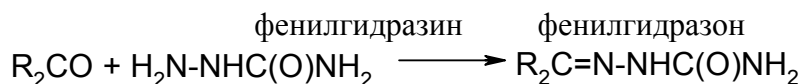
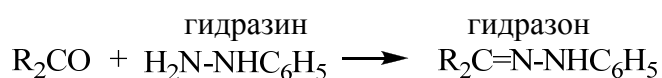
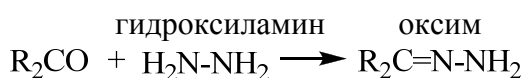
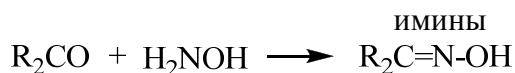
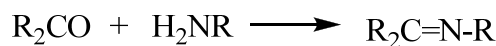
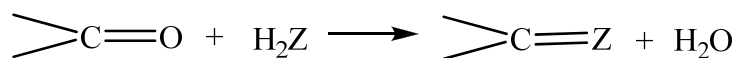
1.4. Присоединение бисульфита

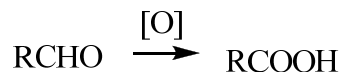
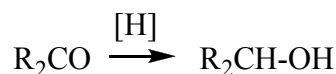


1.5. Присоединение магниорганических соединений

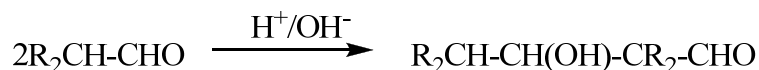


2. Реакции присоединения-отщепления аммиака и его производных



3. Окисление**4. Восстановление**

5. Альдольная конденсация под действием каталитических количеств водной кислоты или основания с образованием β-оксиальдегидов

**Задачи**

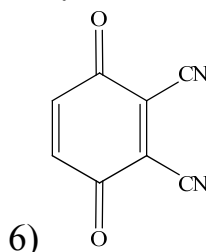
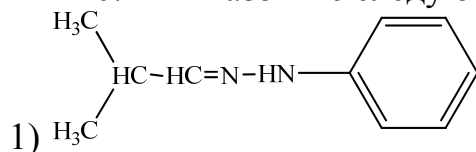
208. Напишите структурные формулы следующих альдегидов:

- | | |
|-------------------------|-------------------------------|
| 1) 2-метилпентаналь; | 4) 2,2,4-триметилпентанон-3; |
| 2) 2,3-диметилбутаналь; | 5) 2,2-диметилгексанон-3; |
| 3) гексаналь; | 6) триметилуксусный альдегид. |

209. Назовите по заместительной номенклатуре следующие вещества:

- | | |
|---|--|
| 1) $\text{CH}_3\text{-C(O)-CH(CH}_3)_2$; | 4) $\text{H}_3\text{C-C(O)-CH}_2\text{-CH=CH}_2$; |
| 2) $\text{H}_3\text{C-CH}_2\text{-CH(CH}_3\text{)-C(O)H}$; | 5) $\text{H}_3\text{C-C(O)-C(O)-CH}_3$; |
| 3) $\text{H}_3\text{C-C(N-OH)-CH}_2\text{-CH}_3$; | 6) $\text{H}_3\text{C-CH=CH-C(O)H}$. |

210. Назовите следующие соединения:



- 2) $\text{H}_3\text{C-CH(OC}_2\text{H}_5)_2$;
 3) $\text{HC}\equiv\text{C-C(O)H}$;
 4) $(\text{CH}_3)_2\text{CH-CH=N-NH-C(O)-NH}_2$;
 5) $\text{C}_2\text{H}_5\text{-CH(CH}_3\text{)-CH(CH}_3\text{)-CH=N-OH}$;

211. Напишите структурные формулы альдегидов и кетонов с общей формулой $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ и назовите их.

212. Напишите структурные формулы всех этилкетонов формулы $\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}$ и назовите их.

213. Напишите уравнения следующих реакций:

Уксусный альдегид → этанол → этилен → ацетилен → уксусный альдегид

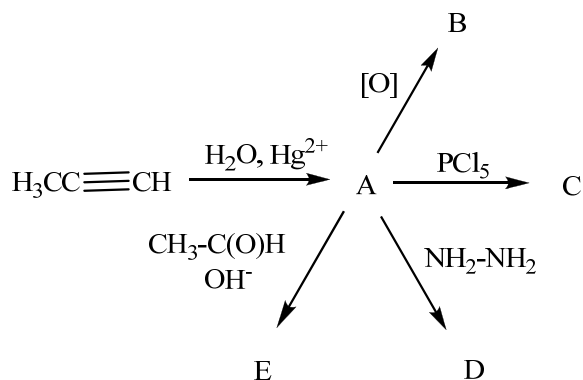
214. Напишите уравнения реакций:

Метан → метанол → формальдегид → фенолформальдегидная смола

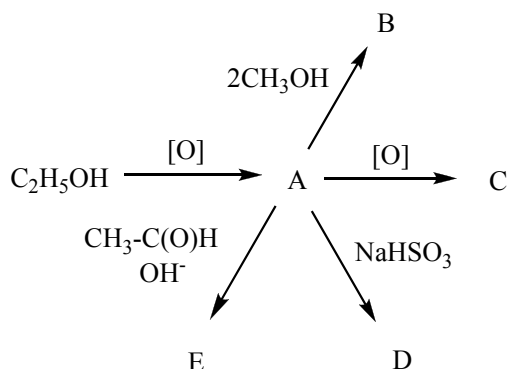
215. Какие продукты образуются при восстановлении водородом в присутствии Ni катализатора: 2-метилпентанона-3 и бутаналь.

Напишите уравнения реакций и назовите вещества.

216. Осуществите следующие превращения:



217. Осуществите следующие превращения:



218. Напишите уравнения реакций альдольной и кротоновой конденсации диметилкетона и пропаналя. Назовите полученные вещества.

219. Напишите уравнения реакций нуклеофильного присоединения к метилэтилкетону:

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| 1) хлорида фосфора (V); | 3) цианистого водорода; |
| 2) гидразина; | 4) метилового спирта. |

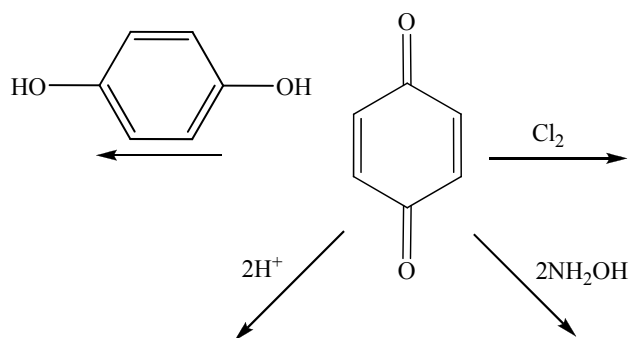
220. Из бензальдегида получите:

- | | |
|---------------------------------|-----------------------|
| 1) гидросульфитное производное; | 3) диметилацеталь; |
| 2) бензальоксим; | 4) цианопроизводное; |
| | 5) бензойную кислоту. |

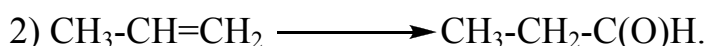
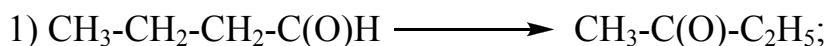
221. Установите структурную формулу вещества, имеющего состав $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$, если оно восстанавливает реактив Фелинга, дает реакцию «серебряного зеркала», при действии пятихлористого фосфора образует соединение $\text{C}_3\text{H}_6\text{Cl}_2$.

222. Установите структурную формулу вещества, имеющего состав $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$, если оно образуется при окислении вещества состава $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}$, взаимодействует с гидразином, но не дает реакцию «серебряного зеркала», а при озонлизе образует пропаналь.

223. Напишите уравнения соответствующих реакций:



224. Осуществите следующие превращения:

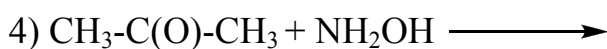
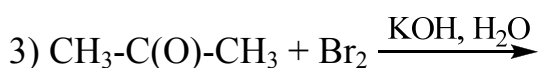
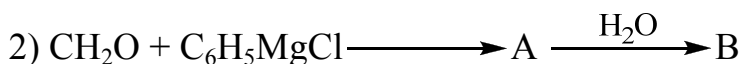


225. Напишите продукты гидролиза соединений, образующихся в результате следующих взаимодействий:

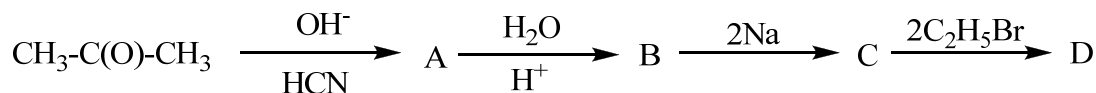
- 1) пропилмагнийбромид + пропионовый альдегид;
- 2) бутилмагнийбромид + диметилкетон;
- 3) пропилмагнийбромид + метилэтилкетон;
- 4) изобутилмагнийбромид + формальдегид.

226. С помощью каких реакций можно отличить этилметилкетон от пропионового альдегида? Напишите соответствующие уравнения реакций и назовите продукты.

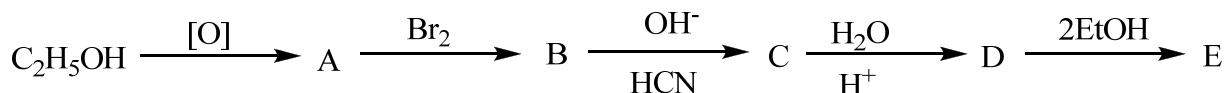
227. Напишите уравнения следующих реакций:



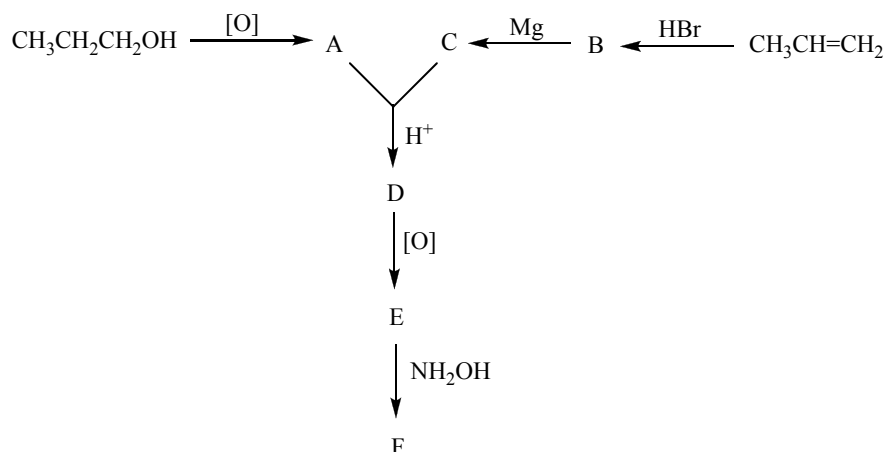
228. Осуществите следующие превращения:



229. Осуществите следующие превращения:



230. Осуществите следующие превращения:



Кислоты, ангидриды, амиды, сложные эфиры кислот

Карбоновые кислоты – кислородосодержащие органические соединения, имеющие в своем составе *карбоксильную группу* $-\text{C}(\text{O})\text{OH}$.

Номенклатура

Карбоновые кислоты называют, выбирая за основу наиболее длинную цепь, содержащую карбоксильную группу, и добавляя окончание *–овая кислота*; углеродному атому карбоксильной группы приписывают номер 1.

Замещенные ароматические карбоновые кислоты бензольного и нафталинового рядов называют как производные бензойной и нафтойной кислот.

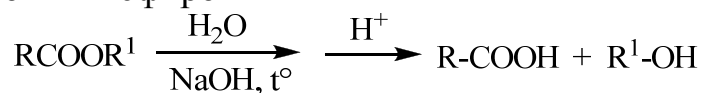
Муравьиная кислота	HCOOH
Уксусная кислота	CH_3COOH
Пропионовая кислота	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$
Масляная кислота	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$
Валериановая кислота	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$
Бензойная кислота	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$

Производные карбоновых кислот

Ангидрид карбоновой кислоты	$\text{R}-\text{C}(\text{O})-\text{O}-\text{C}(\text{O})\text{R}$
Амид карбоновой кислоты	$\text{R}-\text{C}(\text{O})-\text{NH}_2$
Хлорангидрид карбоновой кислоты	$\text{R}-\text{C}(\text{O})-\text{Cl}$
Сложный эфир карбоновой кислоты	$\text{R}-\text{C}(\text{O})-\text{OR}$
Мочевина	$\text{R}_2\text{N}-\text{C}(\text{O})-\text{NR}_2$
Нитрил	$\text{R}-\text{C}\equiv\text{N}$

Методы получения

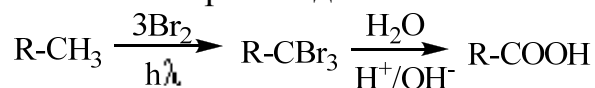
1. Гидролиз сложных эфиров



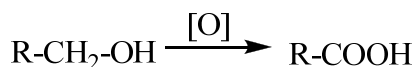
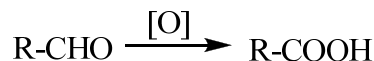
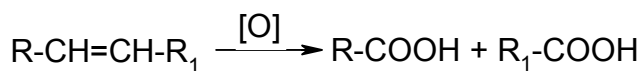
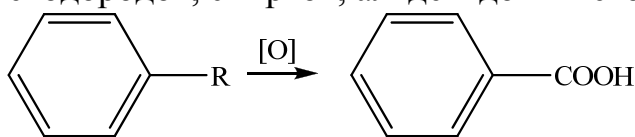
2. Гидролиз нитрилов



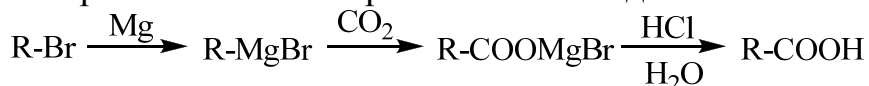
3. Гидролиз тригалогенметилпроизводных



4. Окисление углеводородов, спиртов, альдегидов и кетонов

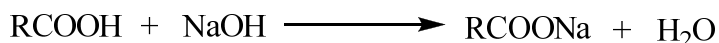


5. Карбоксилирование металлоорганических соединений

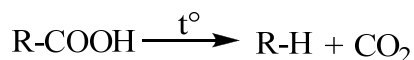


Химические свойства

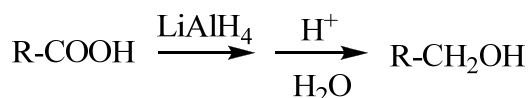
1. Взаимодействие с щелочными и щелочно-земельными металлами, основными оксидами и растворами щелочей



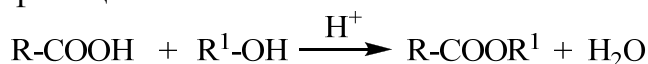
2. Декарбоксилирование



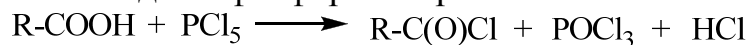
3. Восстановление



4. Реакции этерификации



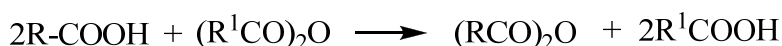
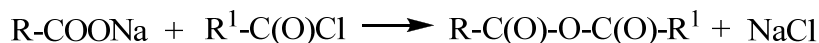
5. Реакции с галогенидами фосфора и серы



6. Реакции с аммиаком



7. Образование ангидридов карбоновых кислот



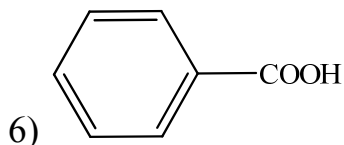
Задачи

231. Напишите структурные формулы следующих кислот:

- | | |
|----------------------|---------------------------|
| 1) α-метилбутановая; | 4) циклопропанкарбоновая; |
| 2) триметилуксусная; | 5) муравьиная; |
| 3) изомасляная; | 6) β-фенилпропановая. |

232. Назовите следующие соединения:

- 1) $\text{CH}_3\text{-C(O)NH}_2$;
- 2) $(\text{CH}_3\text{-C(O)})_2\text{O}$;
- 3) $\text{CH}_3\text{-CH(Br)-CH(CH}_3\text{)-COOH}$;
- 4) $\text{F}_3\text{C-COOH}$;
- 5) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH(CH}_3\text{)-COOH}$;



233. Напишите структурные формулы всех изомеров:

- | | |
|--------------------------|------------------------------|
| 1) валериановой кислоты; | 2) моноброммасляной кислоты. |
|--------------------------|------------------------------|

Назовите все изомеры.

234. Напишите структуры всех изомеров состава $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$.

Назовите их.

235. Напишите реакции получения уксусной кислоты:

- | | |
|--------------------|-----------------------------------|
| 1) из альдегида; | 4) алкена; |
| 2) из спирта; | 5) тригалогенпроизводного алкана. |
| 3) сложного эфира; | |

236. Какие вещества получаются при гидролизе:

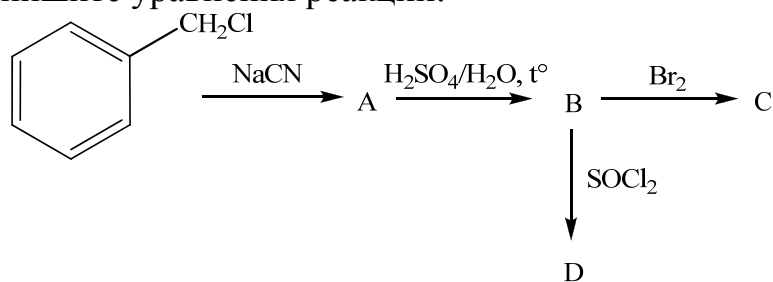
- | | | |
|------------------|------------------|--------------------------|
| 1) этилформиата; | 2) ацетонитрила; | 3) α,α,α-трибромтолуола. |
|------------------|------------------|--------------------------|

237. Напишите уравнения реакции получения ангидрида, хлорангидрида, амида изомасляной кислоты, этерификации с метиловым спиртом.

238. Напишите структурную формулу вещества $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_2$, если оно обладает кислым характером, при гидрировании образует вещество состава $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$, обесцвечивает бромную воду и водный раствор перманганата калия. Напишите уравнения реакций.

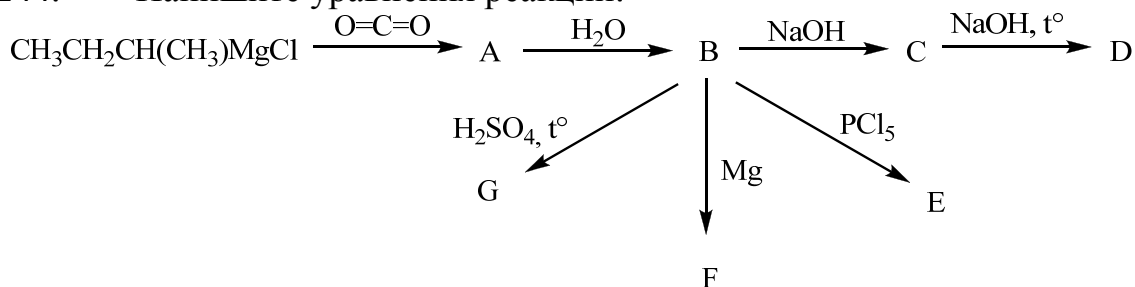
239. Напишите уравнение реакции образования ангидрида кислоты, если исходные вещества - хлорангидрид пропановой кислоты и пропионат калия, и уравнение реакции взаимодействия полученного ангидрида с бутиловым спиртом.
240. Соединение состава $C_4H_8Cl_2$ с неразветвленным углеродным скелетом нагрели с водным раствором $NaOH$ и получили органическое соединение, которое при окислении $Cu(OH)_2$ превратилось в соединение состава $C_4H_8O_2$. Определить строение исходного вещества.
241. Кислота состава $C_3H_6O_3$ в реакции с натрием образует соединение состава $C_3H_4Na_2O_3$, с карбонатом кальция – $C_6H_{10}CaO_6$, с этанолом в присутствии H_2SO_4 – $C_5H_{10}O_3$. Определить исходное вещество и назвать все соединения.
242. Напишите уравнения реакций синтеза кислот, используя $NaCN$ и следующие исходные соединения:
 1) 1-бром-2,3-диметилпропан; 2) 1-бром-3-этилбутан; 3) 2-бромбутан.

243. Напишите уравнения реакций:

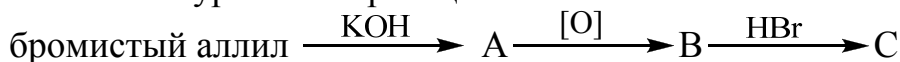


Назовите продукты.

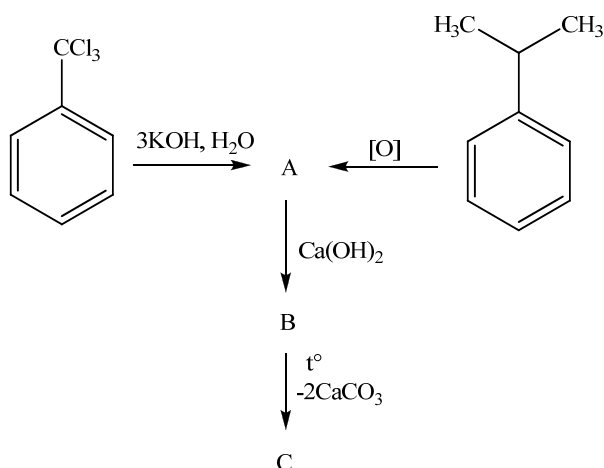
244. Напишите уравнения реакций:



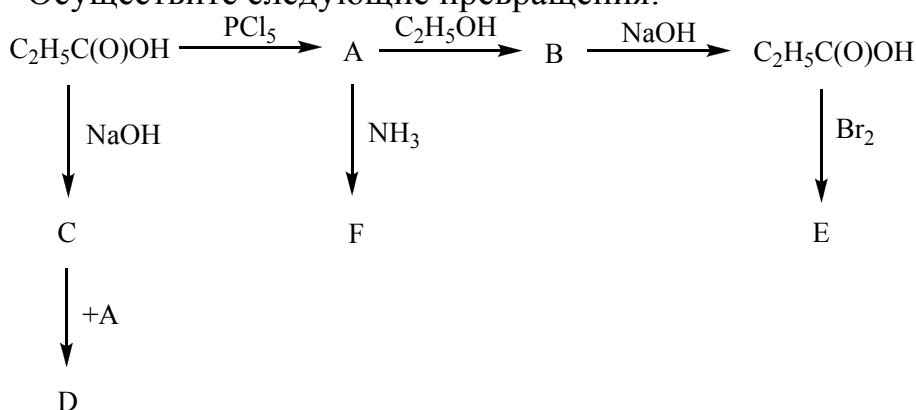
245. Напишите уравнения реакций:



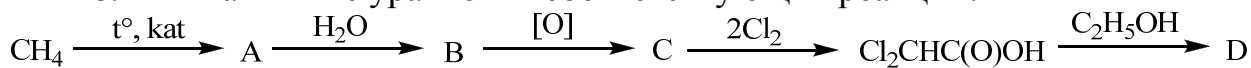
246. Напишите уравнения реакций:



247. Осуществите следующие превращения:



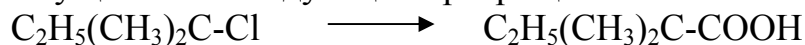
248. Напишите уравнения соответствующих реакций:



249. Предложите реакции, по которым каждый из реагентов может быть превращен в пропановую кислоты:

- 1) 1-пропанол;
- 2) пропаналь;
- 3) пропен;
- 4) этанол;
- 5) формальдегид.

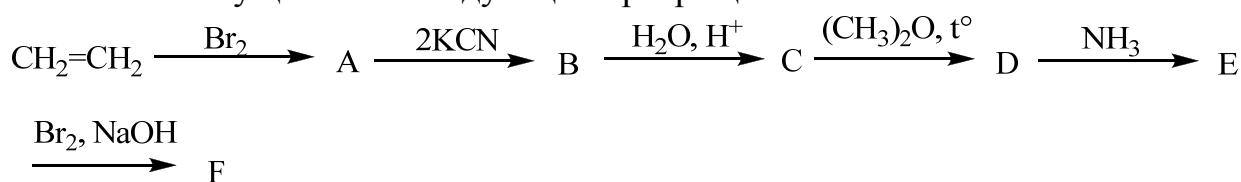
250. Осуществите следующие превращения:



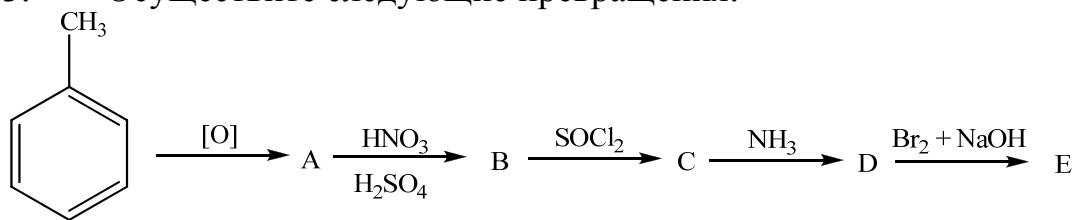
251. Осуществите следующие превращения:

- 1) $\text{Br}(\text{CH}_2)_4\text{Br} \longrightarrow \text{HOOC}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$;
- 2) $\text{HO}(\text{CH}_2)_3\text{Br} \longrightarrow \text{HO}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$;
- 3) $(\text{CH}_3)_3\text{C-CH}_2\text{Cl} \longrightarrow (\text{CH}_3)_3\text{C-CH}_2\text{COOH}$.

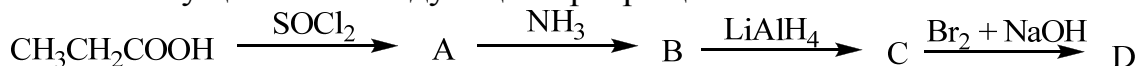
252. Осуществите следующие превращения:



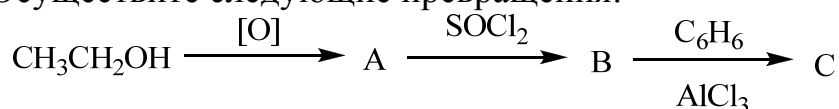
253. Осуществите следующие превращения:



254. Осуществите следующие превращения:



255. Осуществите следующие превращения:



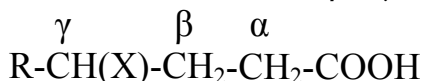
Галоген-, гидрокси- и оксокислоты

Карбоновые кислоты, в которых один или несколько атомов водорода основной углеводородной цепи заменены на галоген- или гидроксигруппу называют **галоген- и гидроксикислотами**.

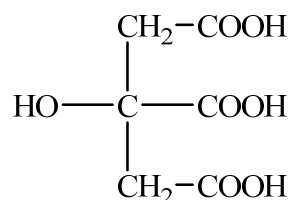
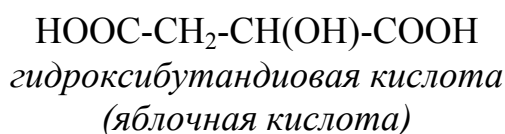
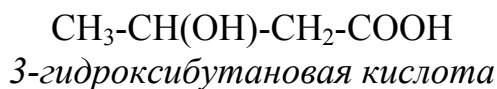
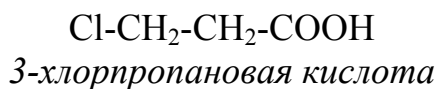
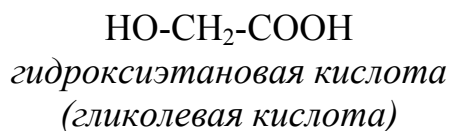
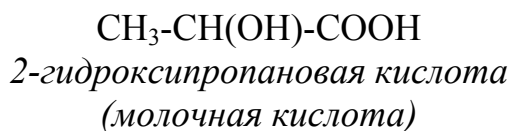
Карбоновые кислоты, в которых наряду с карбоксильной группой содержатся альдегидная или кето(оксо)группа, называют соответственно **альдегидо- и кетокислотами**. И те, и другие часто называют **оксокислотами**.

Номенклатура

Названия замещенных карбоновых кислот образуются по правилам номенклатуры ИЮПАК. Положение заместителя относительно карбоксильной группы может быть указано с помощью букв греческого алфавита. Различают α -, β -, γ - и т.д. замещенные кислоты.

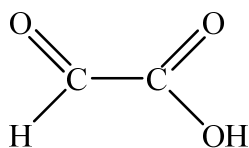


Примеры:

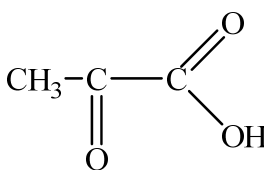


$\text{Br}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$
4-бромбутановая кислота

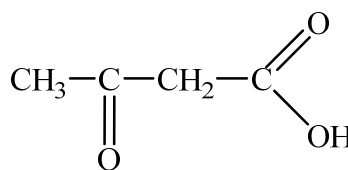
2-гидрокси-1,2,3-пропантрикарбоновая
кислота
(лимонная кислота)



глиоксиловая кислота
(α -альдедокислота)



2-оксопропановая
кислота
пировиноградная кислота
(β -кетокислота)

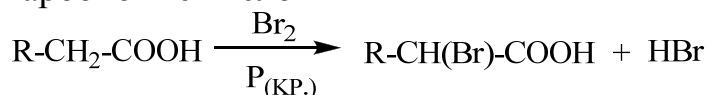


3-оксобутановая
кислота
(ацетоуксусная
кислота)
(β -кетокислота)

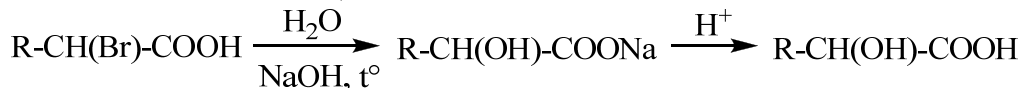
Методы получения

Галоген- и гидроксикислоты

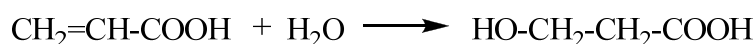
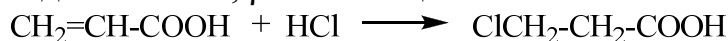
1. Галогенирование карбоновых кислот. В результате реакции получают только α -галогенкарбоновые кислот



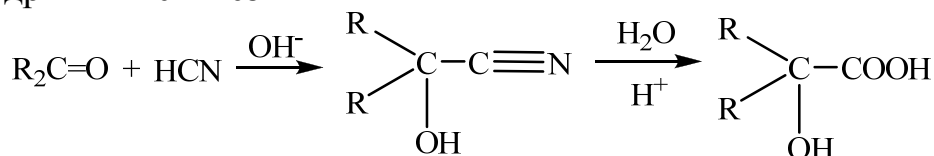
2. Гидролиз α -галогензамещенных кислот



3. Реакция присоединения к α , β -ненасыщенным кислотам

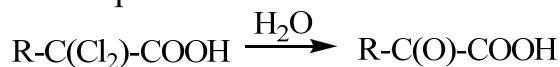


4. Циангидринный синтез

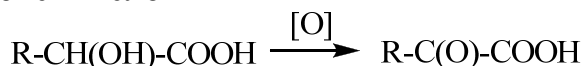


Оксокислоты

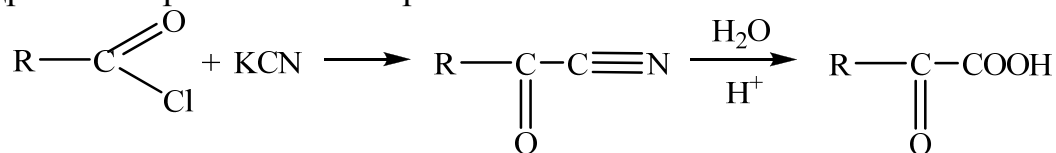
1. Гидролиз α , α -дигалогенкарбоновых кислот



2. Окисление α -гидроксикислот

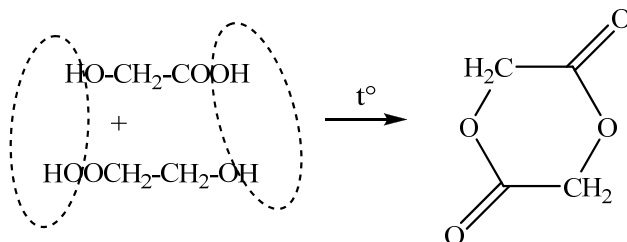


3. Гидролиз нитрилов α-кетокислот

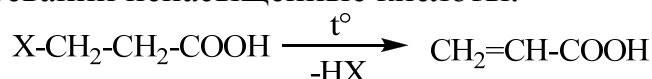


Химические свойства

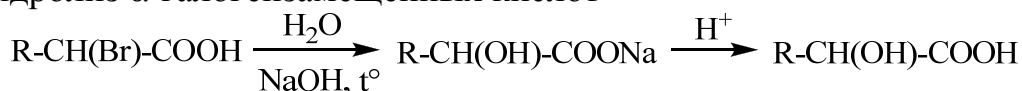
1. α-Гидроксикислоты образуют при нагревании циклические сложные эфиры – лактиды.



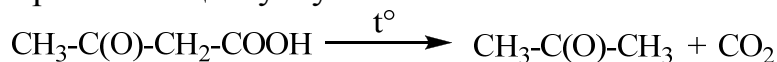
2. β-замещенные кислоты, имеющие атом водорода у α-углеродного атома, образуют при нагревании ненасыщенные кислоты.



3. Гидролиз α-галогензамещенных кислот



4. Декарбоксилирование ацетоуксусной кислоты

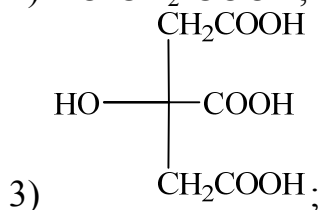


Задачи

256. Назовите следующие соединения по тривиальной и заместительной номенклатуре:

1) $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{OH})-\text{COOH}$;

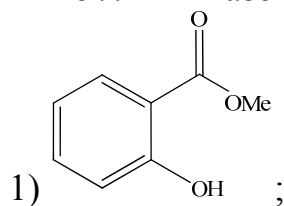
2) $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{COOH}$;



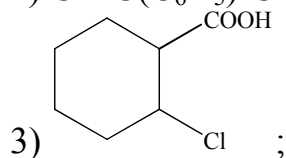
4) $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{COOH}$;

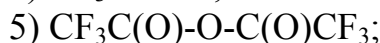
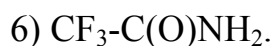
5) $\text{ClCH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$.

257. Назовите следующие соединения:



2) $\text{ClHC}(\text{C}_6\text{H}_5)-\text{CH}_2\text{COOH}$;





258. Назовите следующие соединения:

259. Напишите все структурные изомеры гидроксикислоты с общей формулой $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_3$ и назовите их.

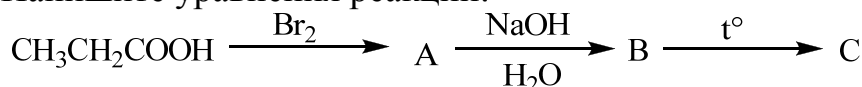
260. Напишите продукты реакции, которые образуются при нагревании следующих веществ:

1) гликолевая кислота;

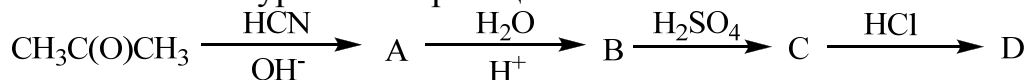
2) β -хлорпропановая кислота;

3) молочная кислота.

261. Напишите уравнения реакций:



262. Напишите уравнения реакций:



263. Напишите реакции получения пировиноградной кислоты из

1) α , α -дихлопропионовой кислоты; 2) молочной кислоты; 3) хлорангидрида уксусной кислоты и KCN .

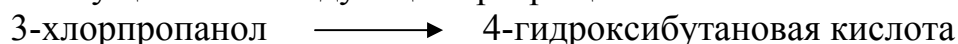
264. Напишите реакцию взаимодействия ацетоуксусного эфира с

1) гидросиламином; 2) циановодородом; 3) фенилгидразином. Назовите продукты реакций.

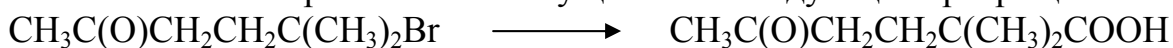
265. Напишите продукты реакции, которые образуются при нагревании β -оксобутановой кислоты и 2-оксоциклогексанкарбоновой кислоты.266. Напишите реакцию акриловой кислоты с HCl и H_2O в присутствии кислоты. Назовите полученные продукты.

267. Приведите уравнения химических реакций ацетоуксусного эфира с такими реагентами, в результате которых образуются оксим, циангидрин, фенилгидразон.

268. Осуществите следующее превращения:



269. Каким образом можно осуществить следующее превращение:



Напишите уравнения соответствующих реакций, назовите промежуточные и конечные вещества.

270. Покажите, как ведет себя при нагревании виноградная и ацетоуксусная кислота. Назовите продукты реакций.

Углеводы

Углеводы или **сахариды** – природные органические соединения, структура которых может быть выражена общей формулой $C_n(H_2O)_n$.

Классификация и номенклатура

Углеводы удобно разделять на следующие классы:

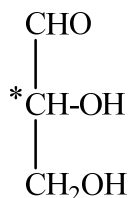
- *моносахариды* (простые сахара)
- *олигосахариды* (полимеры, содержащие от двух до десяти моносахаридных единиц)
- *полисахариды* (высокомолекулярные углеводы, представляющие собой продукты поликонденсации моносахаридов или их производных). К полисахаридам относят крахмал, целлюлозу и др.

Поскольку моносахариды являются либо полиоксиальдегидами или полиоксикетонами, либо их производными, их подразделяют на **альдозы** [альдегид + окончание *оза*] и **кетозы** [кетон + *оза*].

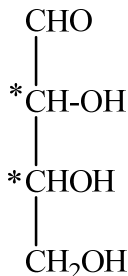
По числу атомов углерода в цепи моносахариды также можно классифицировать на: триозы (3 атома углерода), тетразы (4 атома углерода), пентозы (5 атомов), гексозы (6 атомов).

Если объединить эти две классификации, то глюкоза будет альдогексозой, а фруктоза – кетогексозой.

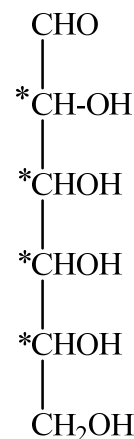
Например (хиральные центры отмечены звездочками):



альдотреоза



альдотетроза



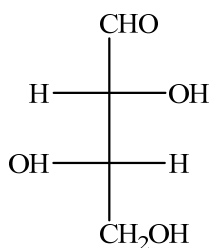
альдогексоза

Фишеровские проекции линейных моносахаридов рисуют, помещая карбонильную группу наверху структуры, и нумеруют верхний атом углерода цифрой 1.

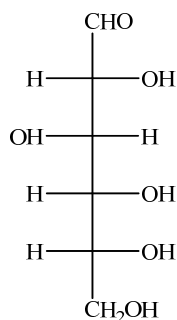
Поскольку в молекулах моносахаридов содержатся от одного до четырех хиральных центров, конфигурация каждого моносахарида определяется по наиболее старшему хиральному центру (наиболее удаленному от карбонильной группы). Обозначение конфигураций моносахаридов по старшему хиральному центру осуществляется по D/L- и R/S-номенклатуре.

Моносахариды, в которых одна из гидроксигрупп замещена водородом, называют дезоксисахарами.

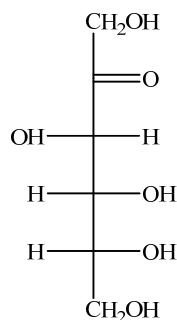
Примеры:



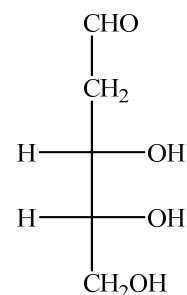
L-треоза
(S)-треоза



D-глюкоза
(R)-глюкоза



D-фруктоза
(R)-фруктоза

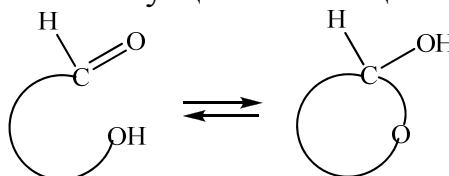


2-дезоксид-D-рибоза

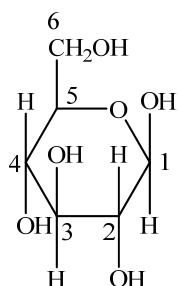
Моносахариды в циклической форме изображаются с помощью структуры Хеуорса.

Циклические формы глюкозы являются внутренними *полуацетальми*: гидроксигруппа при атоме С₅ присоединена к группе -СНО. Циклическая форма фруктозы представляет собой *полукеталь*: гидроксигруппа при атоме С₅ присоединена к группе С=О. «Полуацетальная» гидроксигруппа при атоме С₁ в циклической форме называется *гликозидной гидроксигруппой*. В структурах Хеуорса гидроксильная группа при С₁ направлена у α-формы «вниз», а у β-формы – «вверх». Шестичленные циклические формы моносахаридов называют пиранозами, пятичленные – фуранозами.

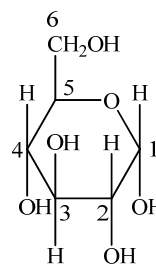
Образование циклического полуацетала в общем виде:



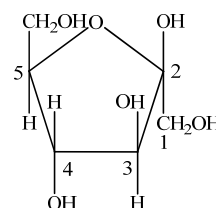
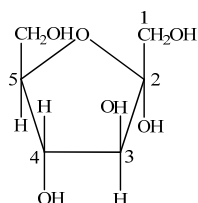
Примеры:



β-D-глюкопираноза

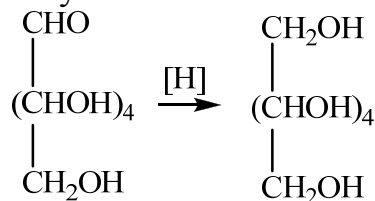


α-D-глюкопираноза



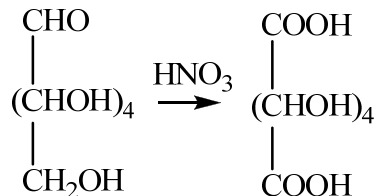
Моносахариды

1. Восстановление. Моносахариды восстанавливаются до полиоксиалканов. Этот продукт реакции называют глицитом. Так D-глюкоза восстанавливается в глицит, который в данном случае называется глюцитом или сорбитом.

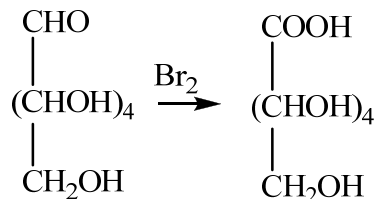


2. Окисление.

Азотная кислота окисляет альдозы и кетозы до дикарбоновых кислот – *гликаровых (или сахарных) кислот*.

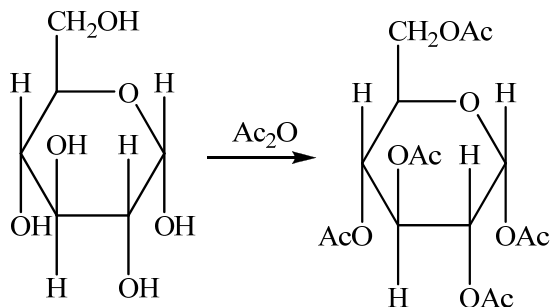


Бромная вода, как более мягкий окислитель, окисляет только альдегидные группы до карбоксильных групп с образованием *монокарбоновых гликоновых кислот*.

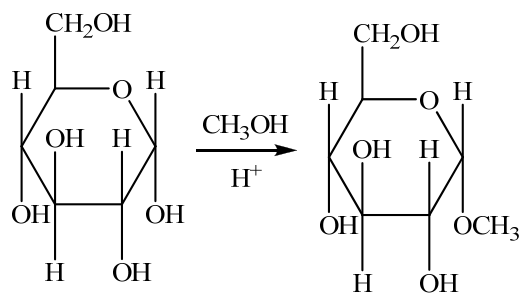


Реактивы Фелинга и Толленса окисляют альдозы до гликоновых кислот. Каждый из этих реактивов содержит катион металла, который восстанавливается альдозами (отсюда и название восстанавливающих сахаров)

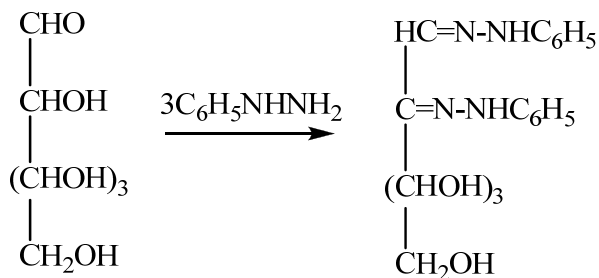
3. Образование сложных эфиров. Гидроксильные группы сахаров легко этерифицируются.



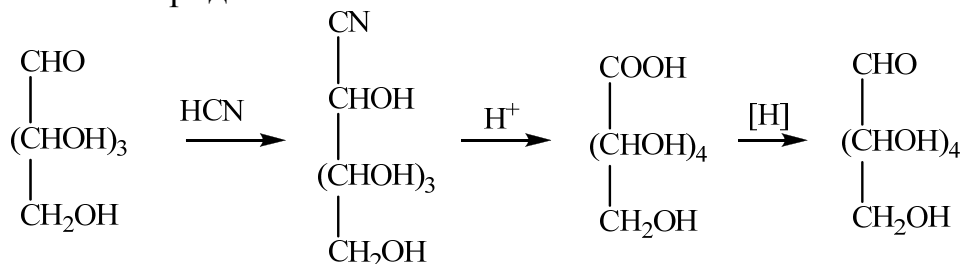
4. Образование простых эфиров



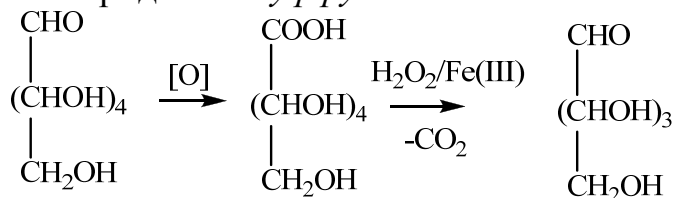
5. Образование озазонов



6. Синтез моносахаридов

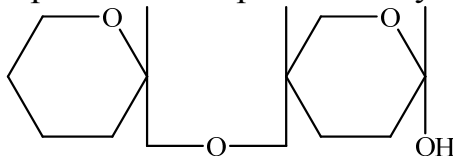


7. Дегградация моносахаридов по Рувфу



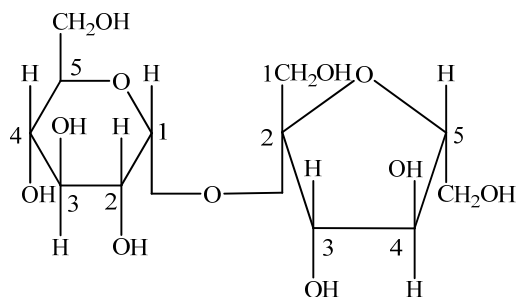
Дисахариды

Дисахариды построены из двух простых сахаров, соединенных гликозидной связью. Чаще всего в образовании связи участвуют аномерный атом углерода одного сахара и неаномерный атом углерода другого сахара.

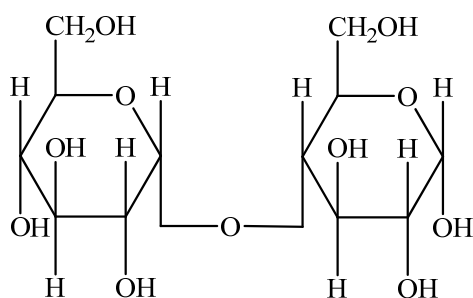


гликозидная связь

Сахароза представляет собой дисахарид, состоящий из остатков D-глюкозы и D-фруктозы, связанных гликозидо-гликозидной связью (α -1, β -2-связь).

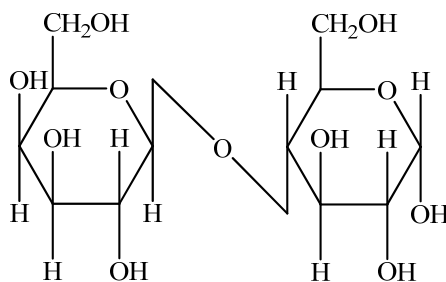


Мальтоза («солодовый сахар») – продукт ферментативного гидролиза крахмала. Остатки моносахаридов связаны гликозидо-гликозной связью. (α -1,4-связь)



α -мальтоза

Лактоза – дисахарид, содержащий остаток β -D-галактопиранозы и D-глюкозы.



α -лактоза

Задачи

271. Какие из перечисленных ниже сахаров относятся к альдозам или кетозам, какие из них являются триозами, тетрозами и т.п.:

- | | |
|---------------|---------------|
| 1) глюкоза; | 4) арабиноза; |
| 2) галактоза; | 5) эритроза; |
| 3) ксилоза; | 6) фруктоза. |

272. Нарисуйте *структуры Хеуорса* для следующих сахаров:

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 1) α -D-глюкопираноза; | 3) β -L-фруктофураноза; |
| 2) α -D-фруктофураноза; | 4) β -L-арабинопираноза. |

273. Нарисуйте *Фишеровские проекции* следующих сахаров:

- 1) α -D-глюкопираноза;
- 2) β -L-глюкопираноза;
- 3) α -L-манноза;
- 4) β -D-галактоза.

274. Напишите уравнения реакций образования озазонов глюкозы, маннозы и фруктозы. Какие из вышеперечисленных моносахаридов дают один и тот же озазон.
275. Напишите реакции окисления L-фруктозы, L-глюкозы и D-маннозы под действием азотной кислоты и бромной воды. Какие при этом образуются кислоты?
276. Напишите реакции восстановления:
- 1) L-фруктоза;
 - 2) D-манноза;
 - 3) D-глюкоза;
 - 4) D-гулоза.

Укажите условия проведения реакций.

277. Напишите реакцию этерификации D-галактозы с уксусным ангидридом. Молекулу моносахарида изобразите с помощью *структуры Хеуорса*.
278. Напишите схему реакции образования метил- α -D-глюкопиранозида, используя *проекции Фишера и Хеуорса*.
279. Напишите уравнения синтеза D-глюкозы из D-арабинозы с использованием HCN. Какой моносахарид при этом образуется совместно с D-глюкозой.
280. Напишите реакцию превращения D-глюкозы в D-арабинозу. Из какой еще альдозы можно также получить D-арабинозу? Что образуется в результате деградации D- и L-арабинозы *по Руфффу*?
281. Напишите следующие реакции D-маннозы:
- 1) с реактивом Фелинга без нагревания;
 - 2) с реактивом Фелинга при нагревании;
 - 3) с избытком фенилгидразина;
 - 4) с боргидридом натрия;
 - 5) с азотной кислотой при нагревании;
 - 6) с метиловым спиртом в присутствии кислоты.

Назовите продукты реакций.

282. Напишите схему и условия реакции образования метил- α -L-фруктофуранозида.
283. Напишите схемы реакции L-фруктозы:
- 1) с метиловым спиртом в присутствии кислоты;
 - 2) с диметилсульфатом;
 - 3) с уксусным ангидридом;
 - 4) с фенилгидразином.
284. Приведите уравнения химических реакций, которые доказывают наличие в молекуле глюкозы:
- 1) альдегидной группы;
 - 2) гидроксильных групп;
 - 3) гликозидного гидроксила.
285. Объясните понятие «мутаротация».

286. Дайте понятия «восстанавливающие» и «не восстанавливающие» сахара. К какому типу относится сахароза? Приведите структурную формулу сахарозы, обозначьте гликозидную связь. Напишите реакцию гидролиза сахарозы.
287. Приведите уравнения реакции «серебряного зеркала» для альдопентозы. Почему пищевой сахар не дает этой реакции, а инвертированный – дает?
288. Как можно укоротить цепь атомов углерода в моносахариде? Напишите схему превращений:
- 1) альдогексозы в альдопентозу;
 - 2) альдопентозы в альдотетрозу.
289. Почему мальтоза восстанавливает реактив Фелинга, а сахароза не восстанавливает?
290. Напишите проекционные формулы многоатомных спиртов, из которых могут быть получены D-глюкозы и D-рибоза? Назовите эти спирты.
291. К какому типу: «восстанавливающие» или «не восстанавливающие» сахара относится мальтоза? Приведите структурную формулу мальтозы.

Азотсодержащие органические соединения

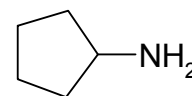
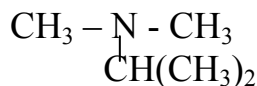
Амины и амиды. Соли аммония

Амины – производные аммиака, в которых атомы водорода замещены углеводородными группами. В зависимости от числа углеводородных групп амины делятся на:

первичные амины	$R - NH_2$	$Ar - NH_2,$	
вторичные амины	$R - NH - R^1$	$Ar - NH - Ar^1$	$Ar - NH - R,$
третичные амины	$R - NR^1 - R^2$	$Ar - N(Ar^1) - Ar^2$	$Ar - NR^1 - R^2$

где R, R^1, R^2 – алкильные радикалы, Ar, Ar^1, Ar^2 – арильные группы. В зависимости от природы углеводородных заместителей различают **амины алифатические, ароматические и алкилароматические**.

Чаще всего амины называют по радикально-функциональной номенклатуре. Алифатические амины:



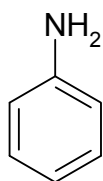
Этиламин
(первичный амин)

Метилэтиламин
(вторичный амин)

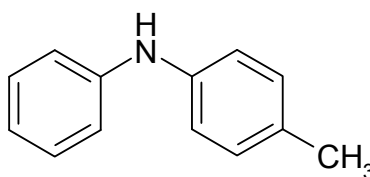
Изопропилдиметиламин
(третичный амин)

Циклопентиламин
(первичный амин)

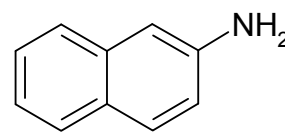
Ароматические амины:



Аминобензол, анилин
(первичный амин)

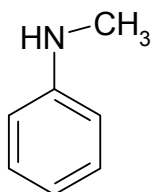


Фенил(п-толил)амин
(вторичный амин)

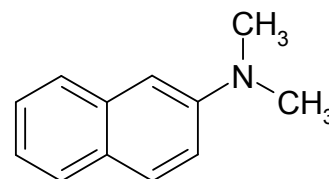


β – нафтиламин
(первичный амин)

Алкилароматические амины:

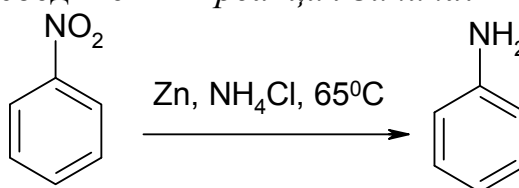


N - метиланилин
(вторичный амин)

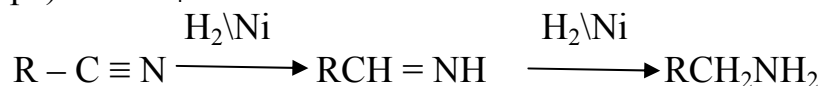


N,N – диметил – β – нафтиламин
(третичный амин)

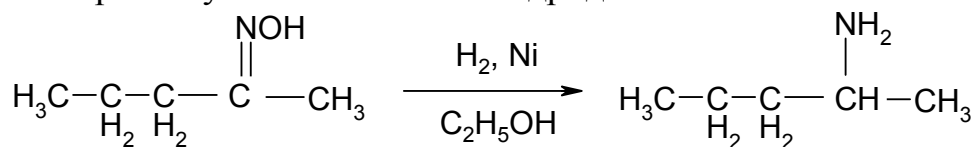
Одним из наиболее частых способов синтеза первичных аминов – восстановление нитросоединений - *реакция Зинина*:



Восстановление нитрилов и оксимов также приводит к аминам. Для восстановления нитрилов применяют водород в присутствии катализаторов, LiAlH_4 (в эфире) NaBH_4 :



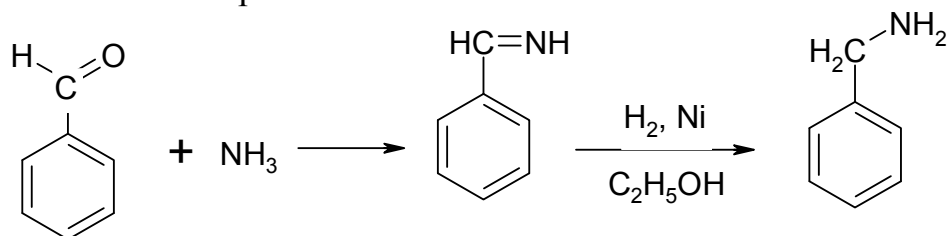
Для восстановления оксимов применяют каталитическое гидрирование (H_2/Ni) или обработку литийалюминийгидридом:



оксим 2-пентанона

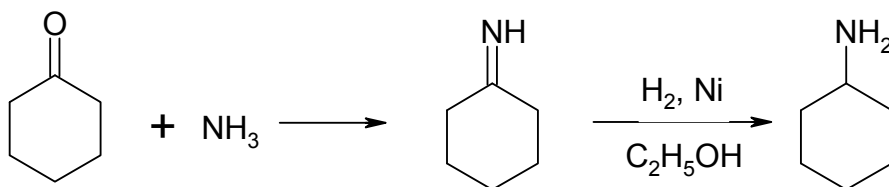
2-пентанамин

Из альдегидов или кетонов амины можно получить так называемой реакцией «восстановительного анилирования». Для этого смесь карбонильного соединения и аммиака обрабатывают водородом в присутствии катализатора:



бензальдегид

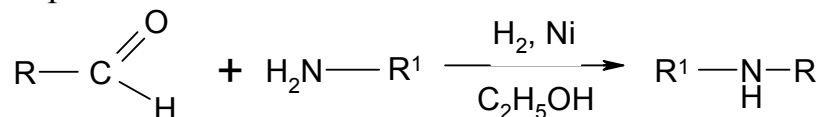
бензиламин



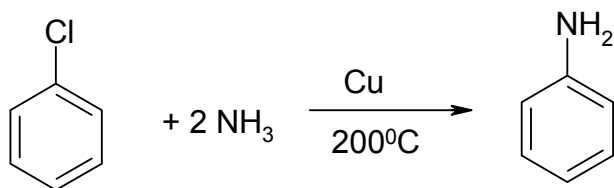
циклогексанон

циклогексиламин

Вторичные амины получают гидрированием смеси карбонильного соединения с первичным амином:

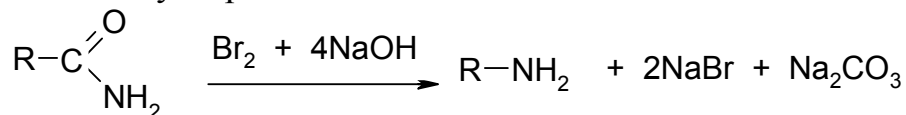


Амины также можно получить взаимодействием галогенпроизводных углеводородов с аммиаком (аммонолиз). Реакция протекает в присутствии меди по следующей схеме:

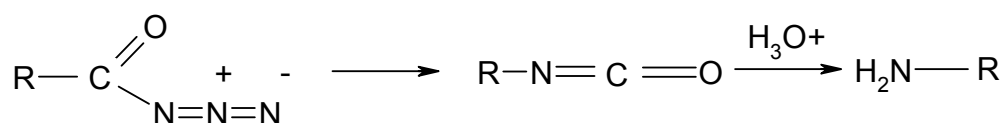


Амиды - химические соединения, содержащие амидную группу - CONR^1R^2 , часто рассматриваются как производные карбоновых кислот, образующиеся в результате замены группы -ОН карбоксила на группу - NR_1R_2 , где R_1 и R_2 — углеводородные радикалы или атомы водорода.

Реакция амидов со щелочными растворами галогенов (иода, брома или хлора) называется *реакцией Гофмана (перегруппировкой Гофмана)*. Эта перегруппировка ведет к получению амина с укорочением углеродной цепи амида на один атом углерода:

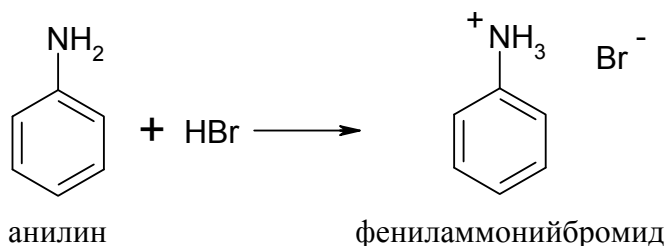


Азидная перегруппировка Курциуса протекает по следующей схеме с образованием первичных аминов:



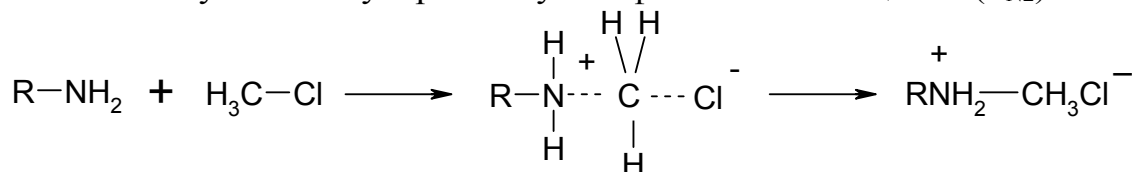
Кислотность и основность аминов. Первичные и вторичные амины являются слабыми NH-кислотами. Алифатические амины являются более сильными основаниями, чем аммиак, благодаря электронодонорному влиянию алкильных групп. Ароматические амины имеют пониженную основность из-за мезомерного эффекта. Третичные ариламины являются еще более слабыми основаниями. Электронодонорные заместители в ароматическом кольце увеличивают основность, а электроноакцепторные – понижают ее.

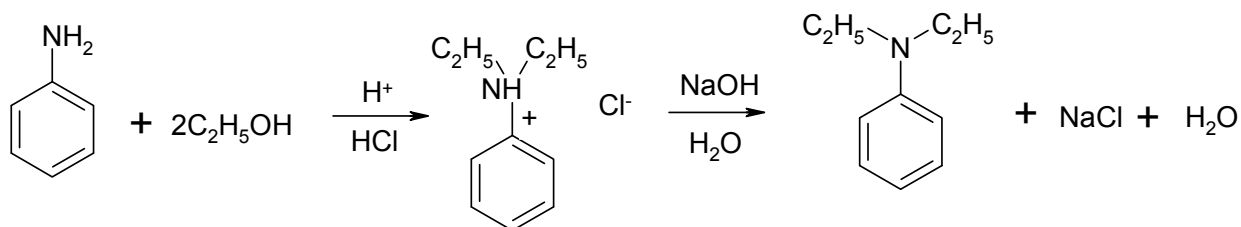
Благодаря основным свойствам амины сравнительно легко образуют соли с кислотами. **Соли аммония** - соли, содержащие одновалентный ион аммония NH_4^+ и соответствующее количество ионов кислотного остатка.



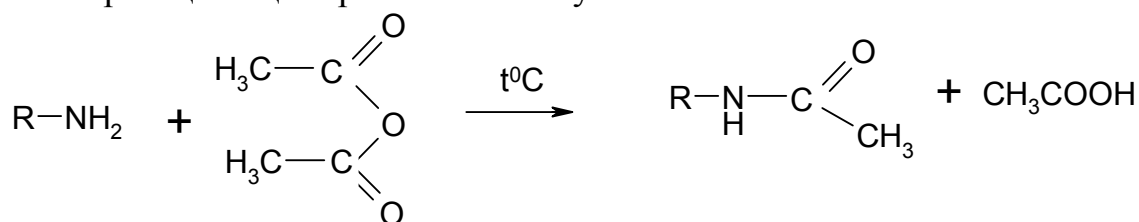
Нуклеофильные реакции аминов.

1. *Алкилирование.* Первичные, вторичные и третичные амины вступают в реакции с галогеналканами и спиртами. Эти реакции протекают по механизму бимолекулярного нуклеофильного замещения (S_N2).

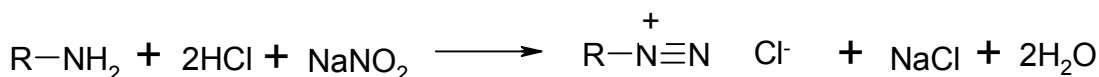




2. *Ацилирование.* Первичные и вторичные амины легко реагируют с галогенангидридами и ангидридами кислот. Третичные амины в реакции ацилирования не вступают.



3. *Реакции с азотистой кислотой.* При взаимодействии первичных аминов с азотистой кислотой образуются устойчивые соли диазония. Реакция получения ароматических солей диазония называется **диазотированием**.



Задачи

292. Напишите структурные формулы следующих соединений:

- | | |
|----------------------------|-------------------------|
| а) 2-аминопропан; | е) этилендиамин; |
| б) 4-амино-2-метилбутан; | ж) N-нитрозодиэтиламин; |
| в) 3-аминопропен-1; | з) N, N-диэтилацетамид. |
| г) <i>трет</i> -бутиламин; | |
| д) пропилизопропиламин; | |

293. Напишите структурные формулы следующих соединений:

- | | |
|-------------------|------------------------|
| а) анилин | в) диэтилпропиламин; |
| б) 3-аминопентан; | г) метилизопропиламин. |

Укажите первичный, вторичный и третичный амины.

294. Напишите структурные формулы следующих соединений:

- | | |
|--------------------------------|-----------------------|
| а) <i>орто</i> -фенилендиамин; | в) триметиламин; |
| б) трибутиламин; | г) метилизобутиламин. |
| д) хлористый метилэтиламмоний. | |

Укажите первичный, вторичный и третичный амины.

295. Напишите структурные формулы следующих соединений:

- а) ацетанилид; б) *орто*-толуидин; в) сульфаниловая кислота; г) бензидин.

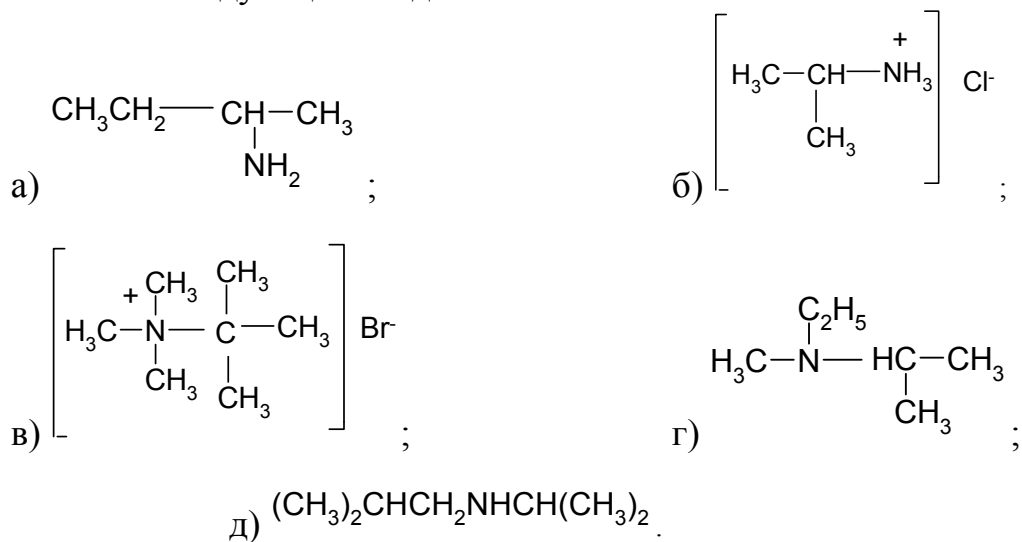
296. Напишите структурные формулы следующих соединений:

- а) N, N - диметиланилин; б) диметилпропилэтиламмоний гидроксид;
в) сульфаниламид; г) *мета*-хлоранилин.

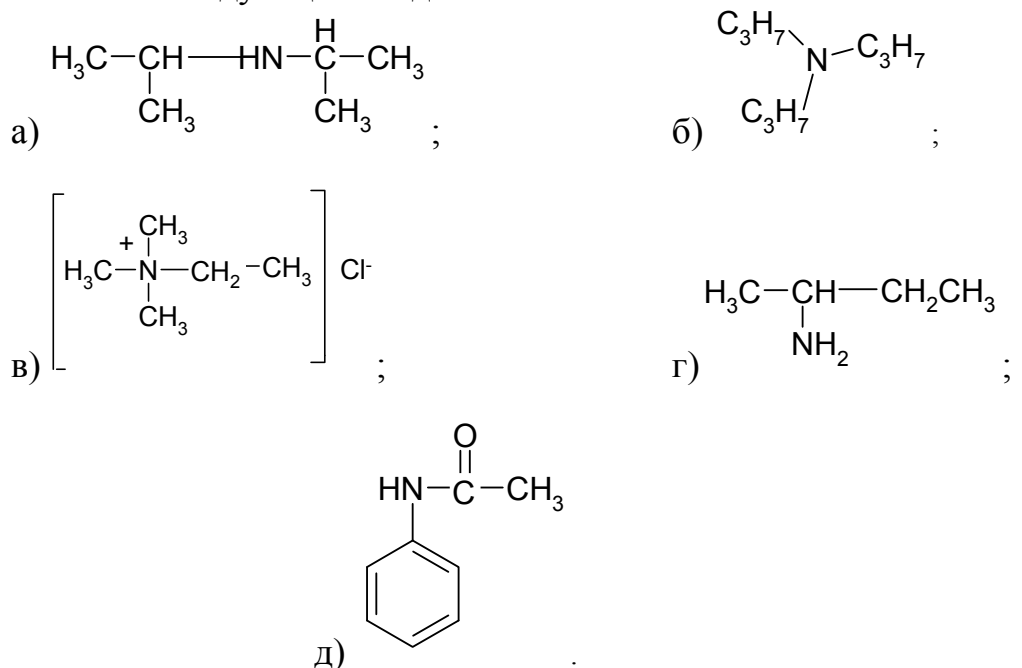
297. Напишите структурные формулы следующих соединений:

- а) триэтиламин; б) триметилэтиламмоний хлорид; в) акриламид; г) 1,2 – диаминоэтан.

298. Назовите следующие соединения:



299. Назовите следующие соединения:

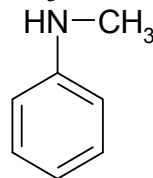


Укажите первичный, вторичный и третичный амины.

300. Назовите следующие соединения:

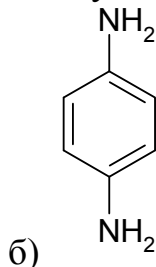
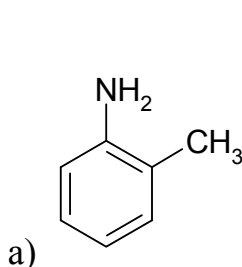
- а) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$; б) $(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{NH}_2$;
в) $(\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{NH}_2$; г) $\text{CH}_3\text{NHCH}_2\text{CH}_3$;

- д) $N(CH_3)_3$;
 е) $CH_3CH(NH_2)CH_2CH_3$;
 ж) $CH_3CH_2CH_2CH(NH_2)CH_2CH(CH_3)_2$;
 з) $NH_2CH_2CH_2CH_2CH_2NH_2$;
 и) $CH_3-CH=CH-N(CH_3)_2$;
 к) $CH_3-C(O)-NH-CH_3$;

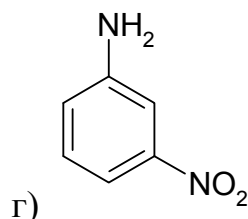
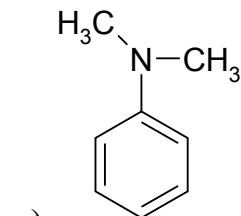


м)

301. Назовите следующие соединения:



302. Назовите следующие соединения:



303. Напишите структурные формулы всех изомерных аминов состава C_3H_9N и назовите их. Назовите и укажите, какие из них являются первичными, вторичными, третичными по положению аминогруппы у соответствующего атома углерода.

304. Напишите структурные формулы изомеров первичных аминов состава $C_4H_{11}N$ и назовите их. Назовите и укажите, какие из них являются первичными, вторичными, третичными по положению аминогруппы у соответствующего атома углерода.

305. Напишите структурные формулы изомеров аминов состава $C_5H_{13}N$, которые с азотистой кислотой образуют нитрозамины, а с хлористоводородной кислотой - соли. Напишите уравнения соответствующих реакций и назовите амины.

306. Какие вещества называют амидами карбоновых кислот? Напишите структурные формулы формамида и ацетамида. Какое из этих соединений богаче азотом?

307. К какому классу органических соединений относят мочевины?

308. Получите анилин реакцией Зинина.

309. Какие первичные амины получатся при восстановлении следующих нитросоединений:
- а) 2-нитробутан; в) 3-нитро-2,3-диметилпентан?
- б) 2-нитро-2-метилпентан;
310. Напишите схему реакции получения амина восстановлением нитрила изомасляной кислоты.
311. Получите анилин реакцией хлорбензола и аммиака.
312. Какие соединения получаются при взаимодействии аммиака со следующими веществами:
- а) иодэтан; г) винилиденхлорид;
- б) бромэтан; д) 1,2-дихлорэтан;
- в) 3-хлорпропен; е) формалин?
- Напишите уравнения реакций.
313. Напишите уравнения реакций, происходящих между следующими веществами:
- а) метиламин и иодистый аллил; *в) аммиак и окись этилена;
- б) этиламин и этиловый спирт (350° , Al_2O_3); г) бромистый бутил и гидразин.
- Назовите получающиеся соединения.
314. Напишите уравнение реакции получения хлорида фениламмония (солянокислого анилина). Какая химическая связь лежит в основе образования этого соединения?
315. Напишите последовательные уравнения реакций алкилирования аммиака бромэтаном. Назовите промежуточные и конечные продукты.
316. Напишите схему реакции получения амина восстановлением нитрила изомасляной кислоты.
317. Какие амины можно получить при действии аммиака на иодистый этил. Напишите последовательно все реакции. Назовите промежуточные и конечные продукты.
318. Напишите схему реакции получения амина восстановлением 2-нитро-2-метилпентана. Назовите образующийся амин.
319. Покажите с помощью соответствующих уравнений, как получить из пропилену изопропиламин.
320. Составьте уравнение реакции получения мочевины из углекислого газа и аммиака.
321. При восстановлении амидов кислот алюмогидридом лития (LiAlH_4) могут быть получены амины с тем же числом атомов углерода в молекуле. Назовите амины, получающиеся таким путем из следующих амидов:
- а) ацетиамид; в) диамид глютаровой кислоты.
- б) N-метилбутирамид;

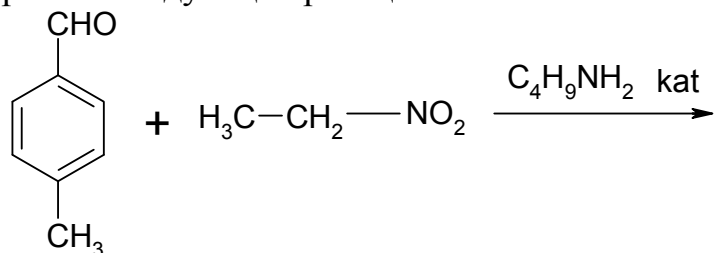
322. Какие амины получают при восстановлении металлическим натрием в спиртовой среде следующих соединений:
- пропионитрил;
 - метилэтилкетоксим;
 - изобутиронитрил;
 - диизопропилкетоксим?
 - динитрил янтарной кислоты;
323. Из каких альдегидов или кетонов и каким путем можно получить следующие амины:
- изопропиламин;
 - 1-амино-2-метилбутан?
 - 2-аминобутан;
324. Получите из амидов соответствующих кислот с помощью *перегруппировки Гофмана* следующие амины:
- изопропиламин;
 - 1-амино-2-метилбутан.
 - трет*-бутиламин;
- Объясните механизм реакции.
325. Для синтеза *втор*-бутиламина используйте азидную *перегруппировку Курциуса*.
326. Исходя из этилена, получите следующие соединения:
- этиламин;
 - этилпропиламин;
 - пропиламин;
 - бромистый тетраэтиламмоний.
 - триэтиламин;
327. Из этанола получите:
- этиламин ;
 - пропиламин ;
 - бутиламин .
328. Получите изобутиламин, используя следующие исходные вещества: а) изопропиловый спирт; б) изомасляную кислоту; в) изовалериановую кислоту.
329. Исходя из ацетилена получите: а) метиламин; б) этиламин; в) пропиламин.
330. С помощью каких реакций можно осуществить следующие превращения:
- масляная кислота $\rightarrow$ пропиламин;
 - изомасляная кислота $\rightarrow$ изобутиламин;
 - $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}(\text{NHCH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
 - $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{NH}_2$
331. Напишите схему превращения 1,2-дибромбутана в 1,6-диаминогексан.
332. Напишите уравнения реакций, которые можно использовать, чтобы осуществить указанные превращения:
- алкен $\rightarrow$ *трет*-бутиламин;
 - углеводород $\rightarrow$ метиламин.
333. Используя *перегруппировку Бекмана* с последующим восстановлением, предложите способ синтеза следующих соединений:
- метилпропиламин;
 - изопропилбутиламин;

б) этилпропиламин; г) пропилизобутиламин.
Назовите исходные вещества.

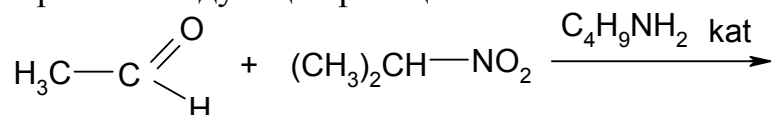
334. При каталитическом гидрировании смеси аммиака с ацетоном получается изопропиламин. Какие компоненты надо взять, чтобы таким путем получить: а) этилбутиламин; б) изопропилбутиламин?
335. Напишите синтезы следующих соединений: а) этиламина; б) N-этилацетамида; в) N-пропилпропионамида.
336. Какими способами получают амиды карбоновых кислот?
337. Расположите в ряд по увеличению основности следующие вещества: анилин, метиламин, диметиламин, аммиак, дифениламин.
338. Даны вещества: соляная кислота, гидрооксид натрия, вода, хлорид натрия. С какими из них будет реагировать этиламин? Напишите уравнения реакций и укажите названия образующихся веществ.
339. Расположите в порядке возрастания их основных свойств следующие соединения:
- | | |
|----------------------------------|----------------|
| а) метиламин; | г) мочевины; |
| б) диметиламин; | д) сукцинимид; |
| в) гидроокись тетраметиламмония; | е) ацетамид. |
340. Какое влияние оказывает аминогруппа на проявление химических свойств анилина? Нарисуйте резонансные структуры анилина.
341. Чем обусловлена способность амина присоединять протон?
342. В какой воде – чистой или подкисленной – лучше растворяется анилин. Ответ поясните.
343. Напишите уравнения реакций пропиламина с: а) H_2SO_4 ; б) C_2H_5I ; в) уксусным ангидридом; г) HNO_2 .
344. Напишите уравнения реакций дибутиламина: а) с HCl ; б) с CH_3Cl ; в) CH_3COOH при нагревании; г) с HNO_2 .
345. Напишите уравнения реакций изопропиламина с: а) H_2SO_4 ; б) C_2H_5Br ; в) хлорангидридом уксусной кислоты; г) HNO_2 .
346. Напишите уравнения реакций метилбутиламина с: а) HBr ; б) CH_3I ; в) ангидридом пропионовой кислоты; г) HNO_2 .
347. Напишите уравнения реакций уксусной кислоты и хлористого ацетила со следующими соединениями:
- | | |
|----------------|---------------------------------|
| *а) метиламин; | г) гидроокись тетраметиламмония |
| б) диэтиламин; | в) триметиламин; |
348. Как будут реагировать с азотистой кислотой следующие вещества:
- | | |
|-------------------------------|-----------------------------|
| *а) $CH_3CH_2NH_2$; | б) $N(CH_3)_3$; |
| *в) $CH_3CH_2NHCH_2CH_3$; | г) $(CH_3)_2CHNHCH(CH_3)_2$ |
| д) $CH_3CH_2CH(CH_2CH_3)NH_2$ | |

349. Какой спирт образуется при действии азотистой кислоты на изобутиламин?
350. Смесь первичного, вторичного и третичного аминов, полученная из бромистого пропила и аммиака, была обработана уксусным ангидридом. Напишите уравнения реакций и назовите получившиеся вещества.
351. Какие вещества получатся при нагревании с водным раствором щелочи следующих соединений:
- а) солянокислый метилэтиламин в) N,N-диметилформамид;
б) N-ацетилметиламин; г) нитрозометилмочевина?
352. С помощью каких реакций можно осуществить следующие превращения:
- а) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$;
б) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{—CHO}$.
353. Как действуют (и действуют ли) на бутиламин следующие реагенты (укажите условия и назовите продукты реакции):
- а) 1-бромпентан;
б) пропионилхлорид;
в) диэтиловый эфир;
г) бензальдегид.
354. Напишите формулы промежуточных соединений продуктов реакций в следующих схемах:
- а) $\text{CH}_3\text{—CH}=\text{CH}_2 \xrightarrow{\text{HBr}} \text{A} \xrightarrow{\text{AgCN}} \text{Б} \xrightarrow{4\text{H}_2} \text{В} \xrightarrow{\text{HNO}_2} \text{Г}$
- б) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{NH}_2 \xrightarrow{\text{HNO}_2} \text{A} \xrightarrow{\text{HBr}} \text{Б} \xrightarrow{\text{KCN}} \text{В} \xrightarrow[\text{(H}^+)]{\text{H}_2\text{O}} \text{Г} \xrightarrow{\text{SOCl}_2} \text{Д} \xrightarrow{\text{CH}_3\text{NH}_2} \text{Е}$
355. Напишите уравнения реакций между: а) анилином и серной кислотой; б) метиламином и соляной кислотой; в) анилином и бромом; г) хлороводородом и этиламином. Укажите название образующихся веществ.
356. Напишите уравнения реакций между: а) метиламином и азотной кислотой; б) пропиламином и серной кислотой. Назовите продукты реакций.
357. Напишите уравнения реакций, происходящих при взаимодействии с водой: а) метиламина; б) диметиламина; в) триметиламина. Какие вещества при этом образуются?
358. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения: а) $\text{N}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{NH}_2$; б) $\text{CH}_3\text{NO}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{NH}_2$; в) $\text{CH}_4 \rightarrow \text{CH}_3\text{NH}_2$; г) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$.
359. Составьте уравнения реакций: а) получения мочевины из фосгена и аммиака; б) гидролиза мочевины (в кислой среде).

360. Завершите следующие реакции:



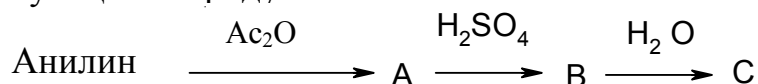
361. Завершите следующие реакции:



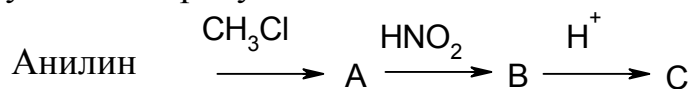
362. Напишите уравнение *реакции диазотирования* *p*- нитроанилина в присутствии HCl. Предложите механизм этой реакции.

363. Напишите уравнение *реакции диазотирования* *o*-метоксианилина в присутствии H₂SO₄. Предложите механизм этой реакции.

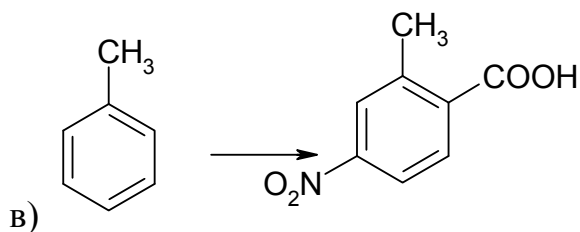
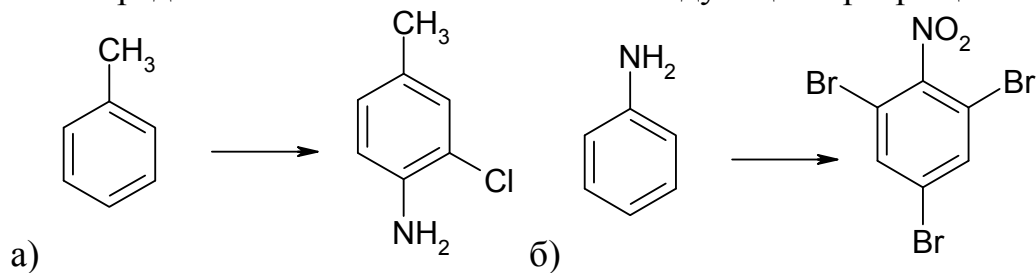
364. Осуществите следующие превращения и назовите все образующиеся продукты:



365. Осуществите следующие превращения и назовите все образующиеся продукты:



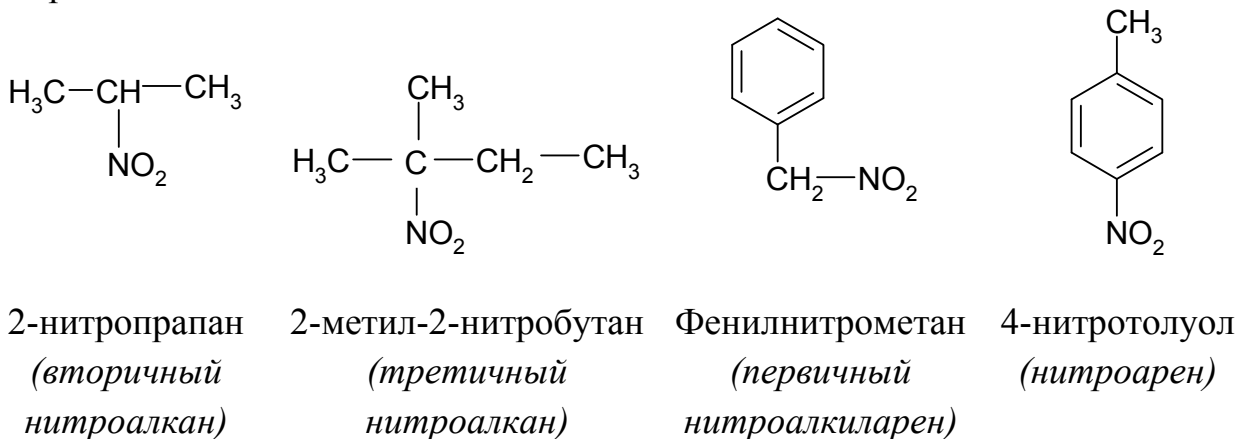
366. Предложите оптимальные схемы следующих превращений:



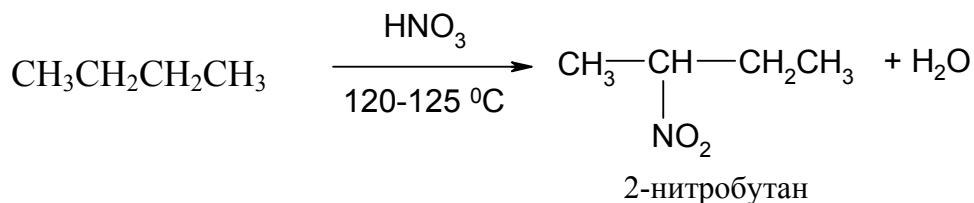
Нитро- и нитрозосоединения

Нитросоединения – производные углеводородов, в молекулах которых один или несколько атомов водорода замещены на нитрогруппу ($-\text{NO}_2$). **Нитрозосоединения** – производные углеводородов, содержащие в своем составе нитрозогруппу $-\text{NO}$.

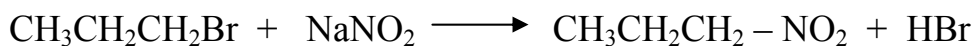
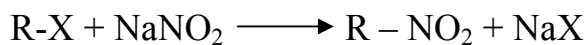
В зависимости от типа углеродного атома, с которым связана нитрогруппа, различают **первичные**, **вторичные** и **третичные** нитросоединения.



Получают нитроалканы нитрованием алканов:

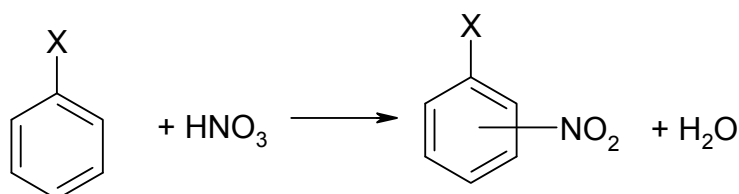


Нитроалканы также получают реакцией нуклеофильного замещения галогена нитрит-ионом:



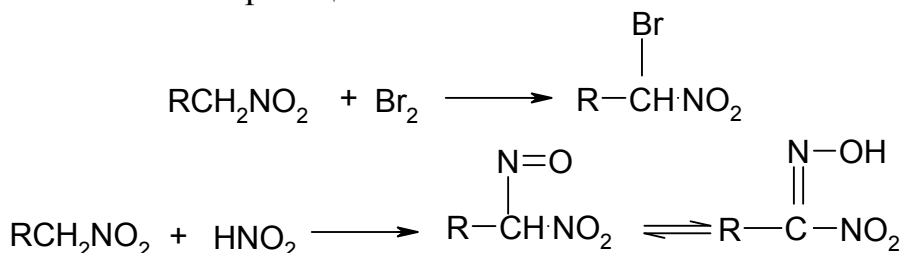
Поскольку нитрит-ион обладает амбидентными свойствами, в качестве побочного продукта в таких реакциях образуются алкилнитриты R-ONO .

Нитроарены получают нитрованием ароматических соединений:

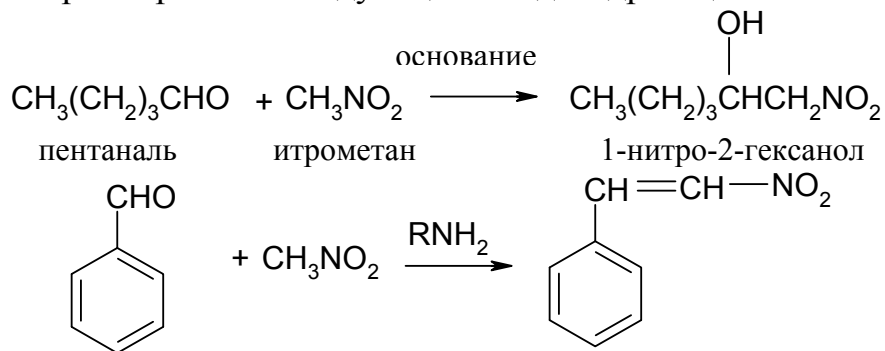


Кислотность нитросоединений. Высокие электроноакцепторные свойства нитрогруппы обуславливают повышенную кислотность соседних С-Н связей.

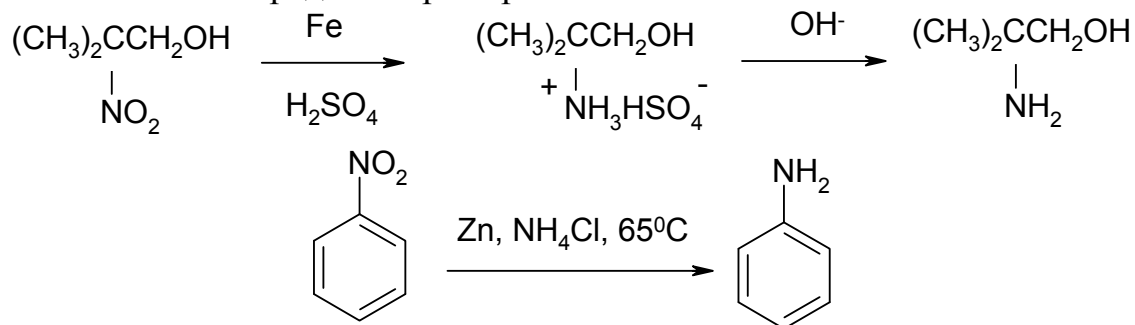
Реакции галогенирования и нитрозирования. В этих реакциях проявляется повышенная реакционная способность α – С – Н связей.



Конденсация нитросоединений с карбонильными соединениями. Реакция нитросоединений с альдегидами известна как *реакция Анри*, протекает по типу альдольно-кетоновой конденсации с промежуточным образованием нитроспирта и последующей его дегидратацией.



Нитросоединения восстанавливаются до аминов под действием металлов в кислой среде. Например:

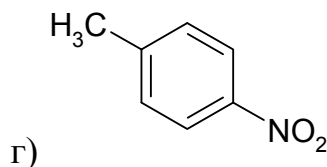
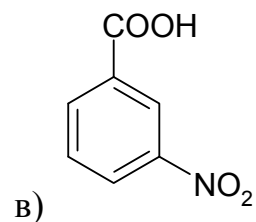
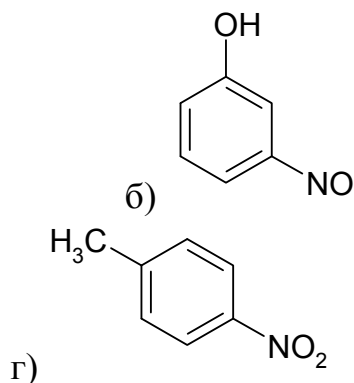


Задачи

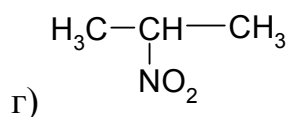
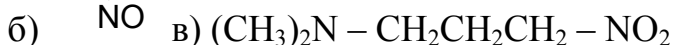
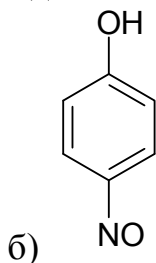
367. Напишите структурные формулы следующих соединений: а) 3-нитрогексан; б) *орто*-нитрофенол; в) тетранитрометан; г) пикриновая кислота.
368. Напишите структурные формулы следующих соединений: а) 3-нитропропен; б) 2-нитропропионовая кислота; в) *мета*-нитрофенол; г) нитроэтилен.
369. Напишите структурные формулы следующих соединений: а) 2,4,6 – тринитротолуол; б) 2-метил–2– нитропропанол; в) фенилнитрометан; г) 2- нитропропан.

370. Напишите структурные формулы следующих соединений: а) тринитроглицерин; б) тротил; в) 4-нитро-1-нитробензол; г) 1-нитробутан.

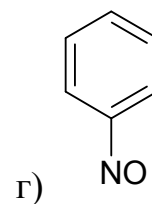
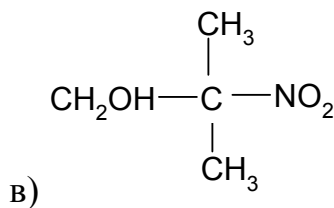
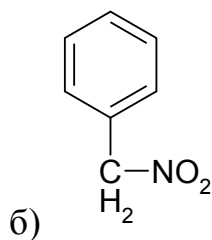
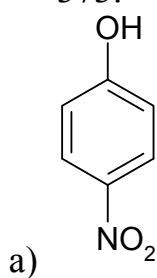
371. Назовите следующие соединения:



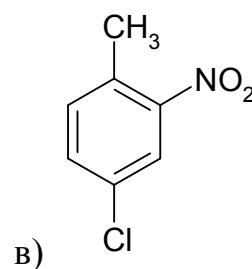
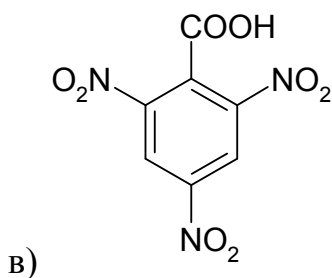
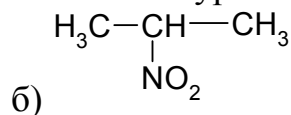
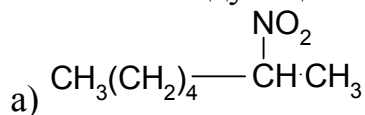
372. Назовите следующие соединения:

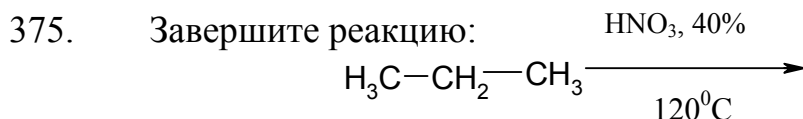
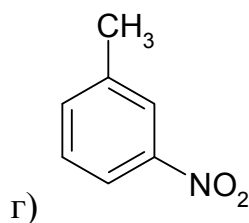


373. Назовите следующие соединения:



374. Назовите следующие соединения по номенклатуре ИЮПАК:





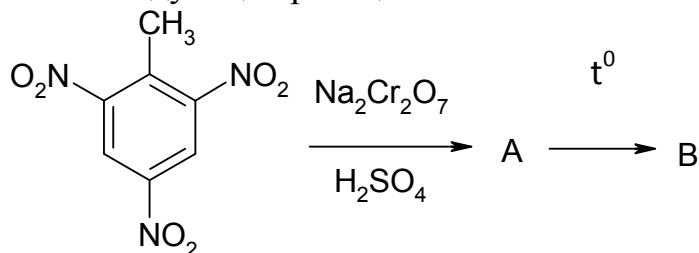
Назовите продукты реакции. Предложите ее механизм.

376. На примере конкретных соединений напишите уравнения реакций, иллюстрирующие следующие переходы: алкилгалогенид $\rightarrow$ нитросоединение $\rightarrow$ первичный амин $\rightarrow$ вторичный амин.

377. Напишите следующие реакции 1-нитропропана и 1-нитробутана:
а) с Br_2 ; б) и HNO_2 .

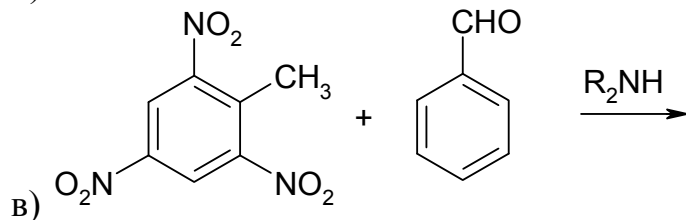
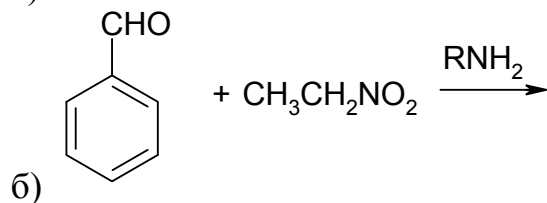
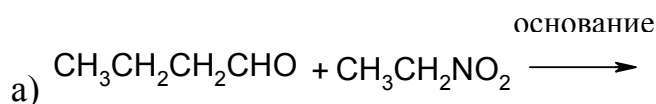
Предложите механизмы этих реакций.

378. Завершите следующие реакции:

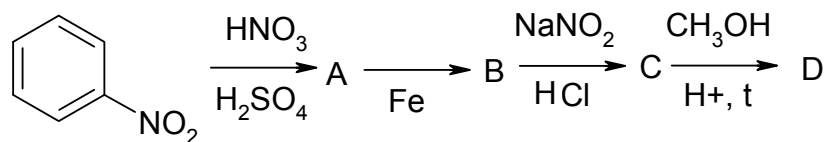


Назовите образующиеся продукты.

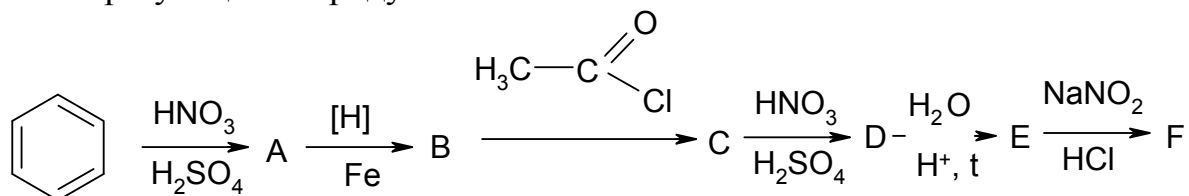
379. Завершите уравнения следующих реакций:



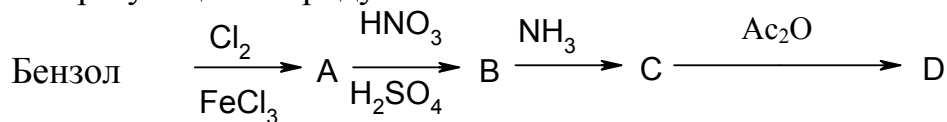
380. Осуществите следующие превращения и назовите все образующиеся продукты:



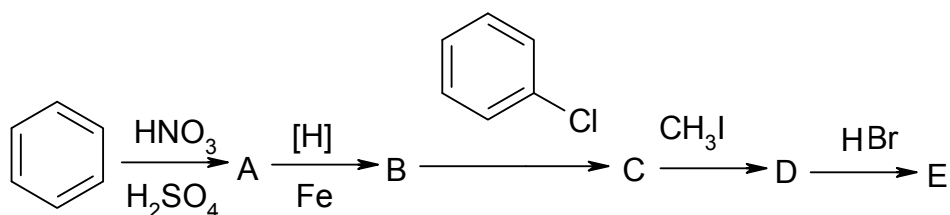
381. Осуществите следующие превращения и назовите все образующиеся продукты:



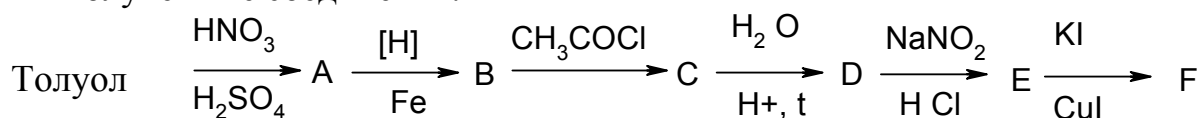
382. Осуществите следующие превращения и назовите все образующиеся продукты:



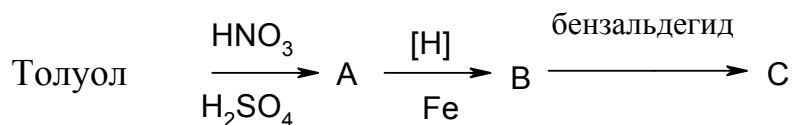
383. Осуществите следующие превращения и назовите все образующиеся продукты:



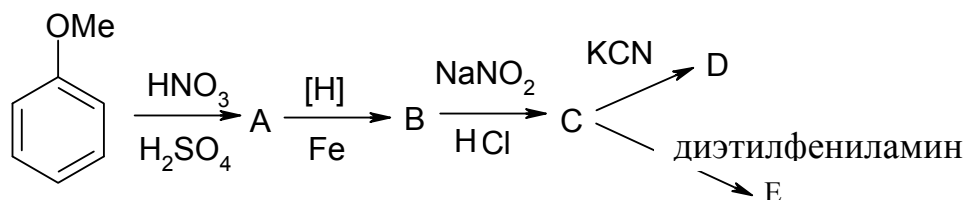
384. Осуществите следующие превращения и назовите все полученные соединения:



385. Осуществите следующие превращения и назовите все полученные соединения:



386. Осуществите следующие превращения и назовите все образующиеся продукты:



Диазо- и азосоединения

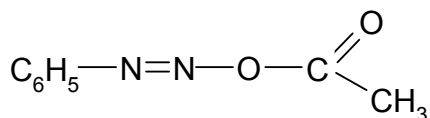
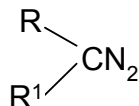
Диазосоединения – соединения, которые содержат группировки – N_2X = N_2 , которые связаны с одним атомом углерода углеводородного заместителя.

В зависимости от строения группы – N_2 - могут быть диазосоединения:

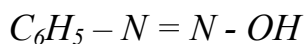
соли диазония – содержат диазогруппу – $\text{N}^+ \equiv \text{N}$;

диазопроизводные – содержат $\text{R} - \text{N} = \text{N} - \text{X}$;

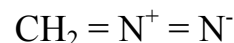
диазоалканы – содержат



фенилдиазоацетат
(ароматические соли
диазония)

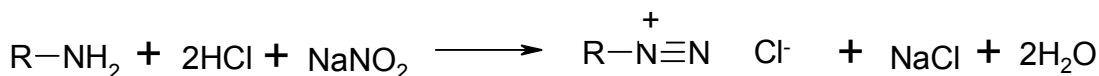


фенилдиазонийгидрат
(ароматические соли
диазония)

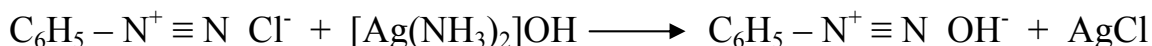


диазометан
(диазоалкан)

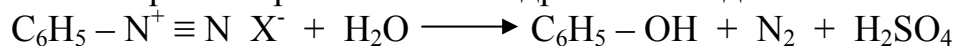
Получают соли диазония **реакцией диазотирования**:



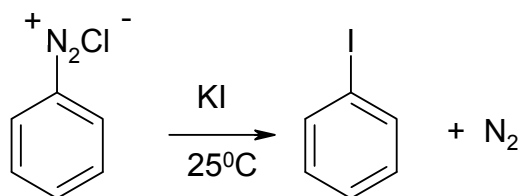
Гидроксид диазония получают действием влажного гидроксида серебра на раствор соли диазония:



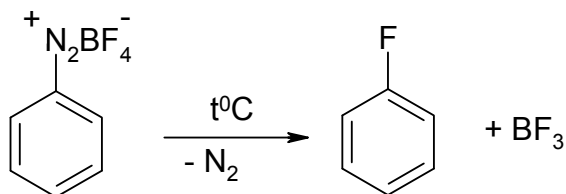
Замена диазогруппы на гидроксигруппу. Замена заключается в протекании реакции нуклеофильного замещения у ароматического атома углерода и может рассматриваться как гидролиз соли диазония:



Замена диазогруппы на иод. Замена протекает в присутствии сильного нуклеофила, такого как иодид-ион:



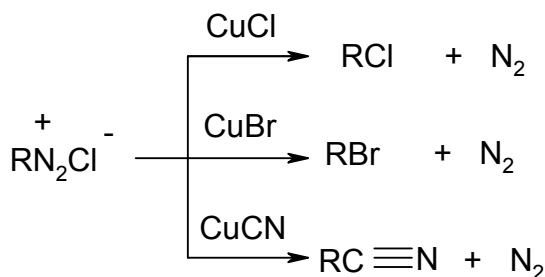
Замена диазогруппы на фтор и нитрогруппу. Замена диазогруппы на фтор заключается в *реакции Шимана*, то есть в термическом разложении тетрафторбората фенилдиазония:



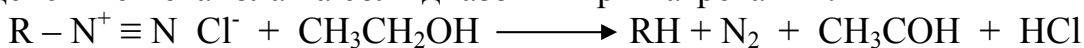
Если фенилдиазоний тетрафторборат в водном растворе нитрита натрия обработать металлической медью, то получается нитроарен:



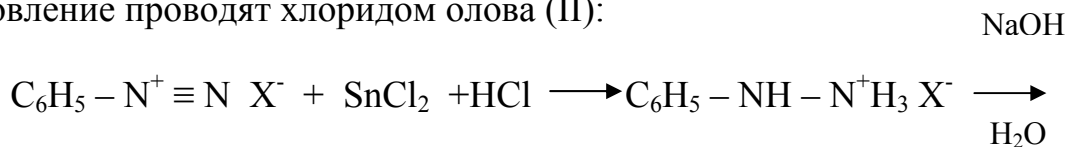
Замена диазогруппы на хлор, бром, циангруппу. Замена осуществляется в присутствии солей одновалентной меди (*реакция Зандмейера*):



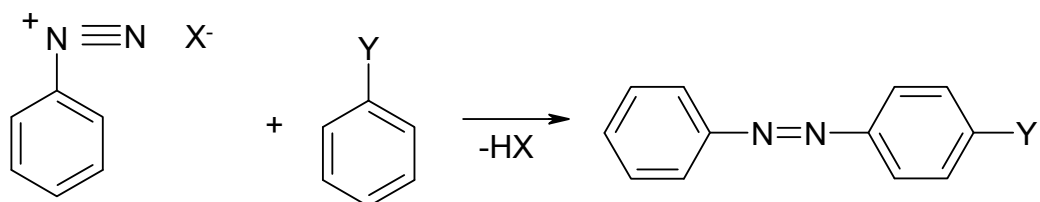
Замена диазогруппы на водород. Реакция дезаминирования протекает под действием этанола на соль диазония при нагревании:



Восстановление солей фенилдиазония до арилгидразинов. Восстановление проводят хлоридом олова (II):

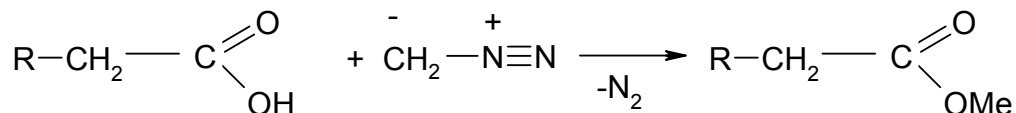


Реакция азосочетания. То есть реакция электрофильного ароматического замещения солей фенилдиазония, приводящая к образованию ароматических азосоединений. Общая схема протекания таких реакций:



Если $\text{Y} = \text{OH}$, то в результате данной реакции получается *n*-оксиазобензол; если $\text{Y} = \text{N}(\text{CH}_3)_2$, то получается *n*-диметиламиноазобензол

Для метилирования карбоновых кислот используют реакцию взаимодействия диазометана с карбоновой кислотой:



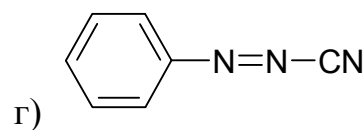
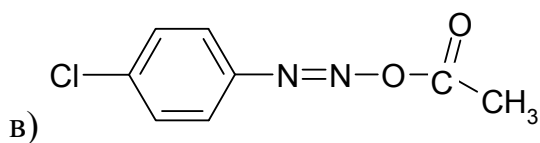
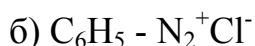
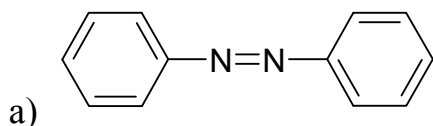
Задачи

387. Напишите структурные формулы следующих соединений: а) азобензол; б) фенилгидразин; в) гидразобензол; г) диазоаминобензол.

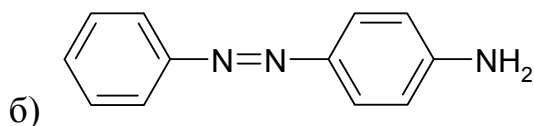
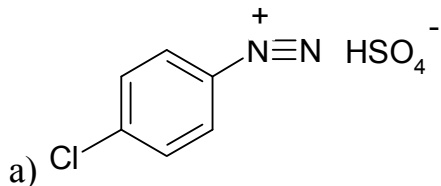
388. Напишите структурные формулы следующих соединений: а) бензолдiazоний бромид; б) диазоизопентан; в) бензолдiazонийгидросульфат; г) *n*-толуолдиназонийхлорид.

389. Напишите структурные формулы следующих соединений: а) диазометан; б) бензолдiazогидрат; в) пропилдiazонийгидросульфат; г) диазопропанон.

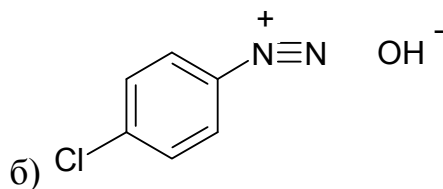
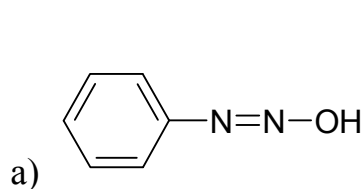
390. Назовите следующие соединения:



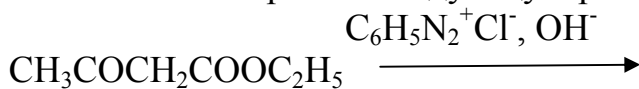
391. Назовите следующие соединения:



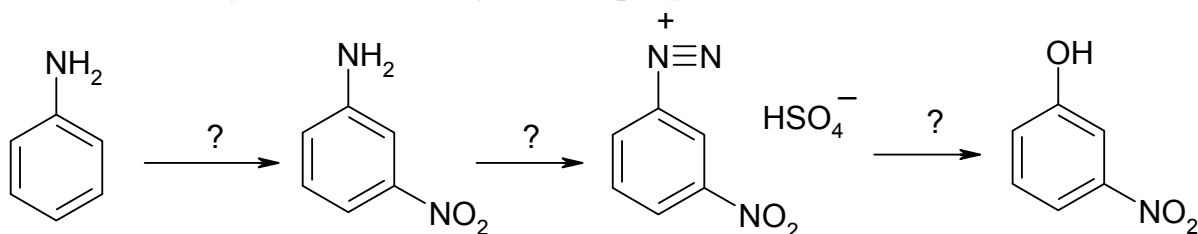
392. Назовите следующие соединения:



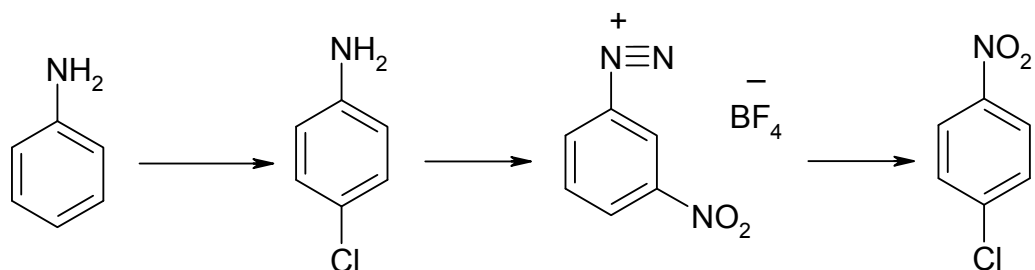
393. Напишите уравнение реакции диазотирования *p*-метиланилина в присутствии HCl. Предложите механизм этой реакции. Приведите уравнения реакций полученного диазосоединения с: а) этиловым спиртом; б) KCN (CuCN - катализатор); в) *m*-метилфенолом.
394. Напишите уравнение реакции получения диазометана из гидразина и трихлорметана.
395. Напишите уравнение реакции диазометана с водой, протекающей в кислой среде.
396. Напишите уравнение реакции диазометана с уксусной кислотой. Назовите получившееся соединение.
397. Напишите уравнение реакции диазометана с масляной кислотой. Назовите получившееся соединение.
398. Из бензола получите *p*-метоксианилин, применяя реакцию диазотирования.
399. Из бензола получите *o*-броманилин, применяя реакцию диазотирования.
400. Из бензола получите *m*-нитрофенол, применяя реакцию диазотирования.
401. Из бензола получите *m*-хлорбромбензол, применяя реакцию диазотирования.
402. Завершите следующую реакцию:



403. Осуществите следующие превращения:



404. Как из соли бензолдиазония можно получить фенол? Напишите уравнение соответствующей реакции.
405. Напишите уравнение реакции получения иодбензола из бензолдиазоний хлорида.
406. Получите фторбензол из бензолдиазонийтетрафторбората реакцией Шимана. Какой катион образуется при протекании этой реакции?
407. Осуществите следующую цепочку превращений:



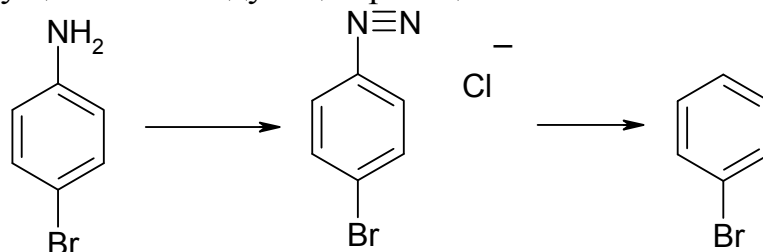
408. Осуществите синтез хлорбензола *реакцией Зандмейера*, которая заключается во взаимодействии соли бензолдиазония с соответствующей солью меди.

409. Осуществите синтез *n*-хлорбромбензола *реакцией Зандмейера*, которая заключается во взаимодействии соли бензолдиазония с соответствующей солью меди.

410. Осуществите синтез цианобензола *реакцией Зандмейера*, которая заключается во взаимодействии соли бензолдиазония с соответствующей солью меди.

411. Напишите *реакцию дезаминирования* бензолдиазонийхлорида.

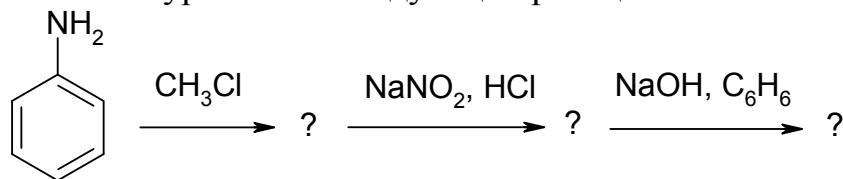
412. Осуществите следующие реакции:



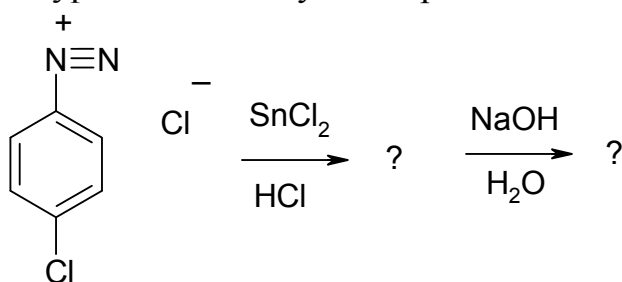
413. Напишите реакцию бензолдиазонийгидросульфата с этиловым спиртом.

414. Напишите уравнения реакций получения 3-метилбифенила из *m*-толуидина.

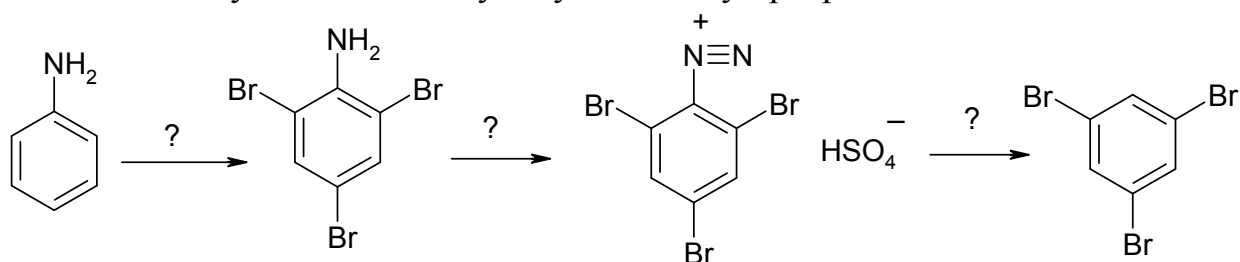
415. Напишите уравнения следующих реакций:



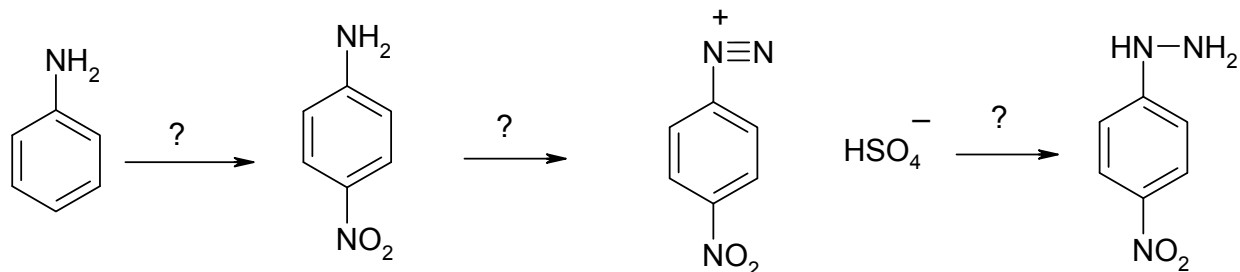
416. Напишите уравнения следующих реакций:



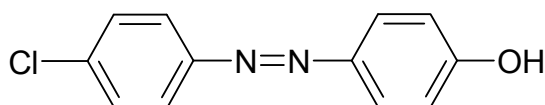
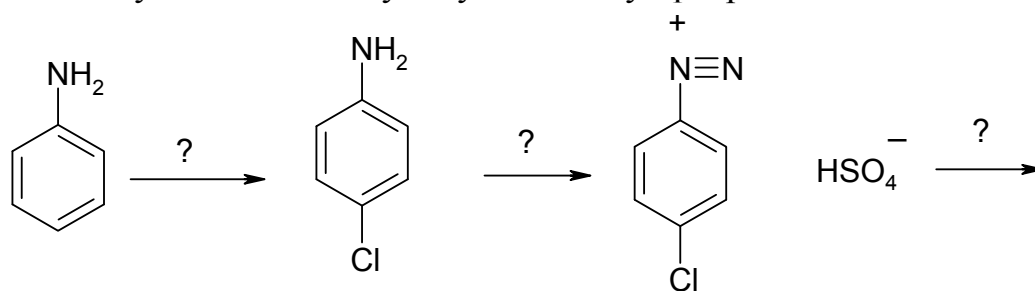
417. Напишите реакцию получения фенилгидразина из бензолдиазонийхлорида.
418. Напишите реакцию получения *n*- нитрофенилгидразина из *n*- нитробензолдиазонийхлорида.
419. Напишите реакцию получения *n*- карбоксифенилгидразина из *n*- карбоксибензолдиазонийхлорида.
420. Напишите реакцию получения *n*- хлорфенилгидразина из *n*- хлорбензолдиазонийхлорида.
421. Напишите уравнение реакции бензолдиазонийгидросульфата с фенолом.
422. Напишите уравнение реакции бензолдиазонийгидросульфата с анилином.
423. Осуществите следующую цепочку превращений:



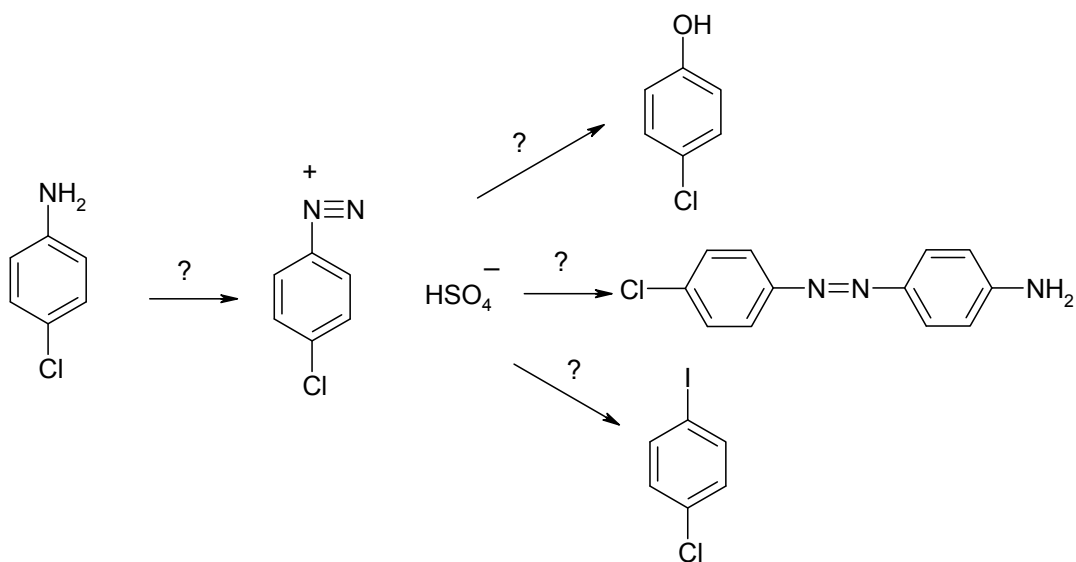
424. Осуществите следующую цепочку превращений:



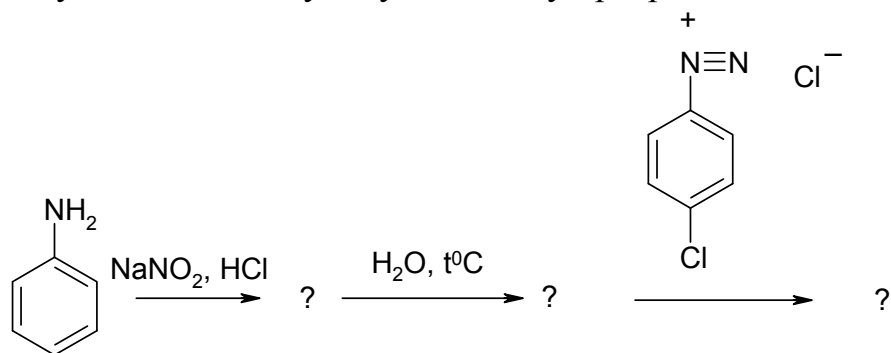
425. Осуществите следующую цепочку превращений:



426. Осуществите следующую цепочку превращений:

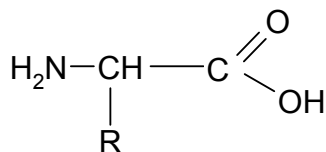


427. Осуществите следующую цепочку превращений:

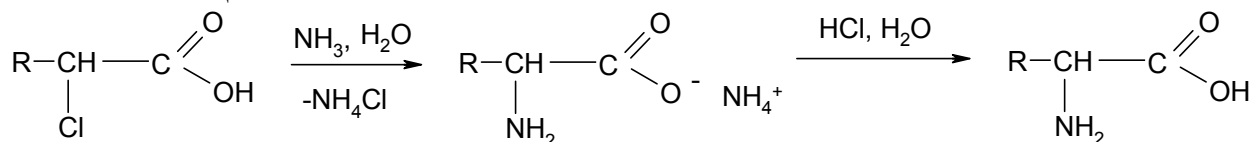


Аминокислоты, белки

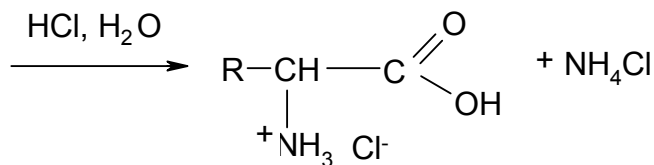
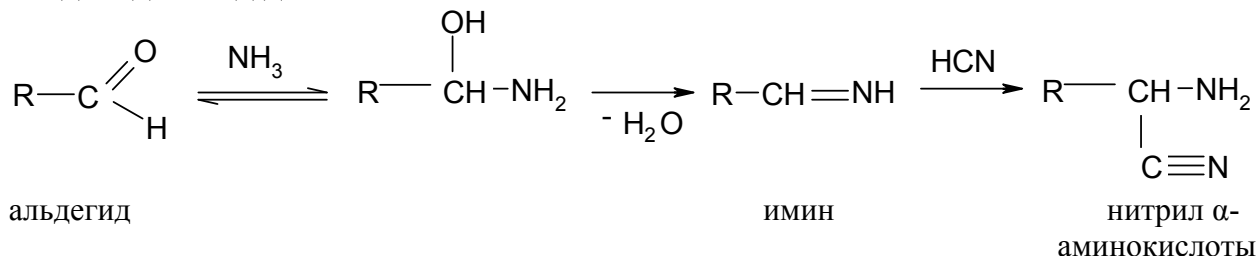
Общая формула α -аминокислот



Получают α -аминокислоты аминированием α -галогензамещенных кислот:

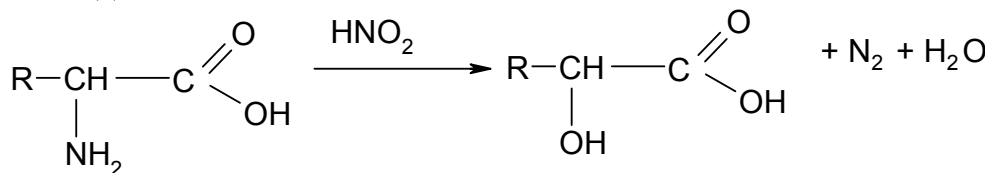


По методу Зелинского аминокислоты могут быть получены из альдегидов под действием аммиака:

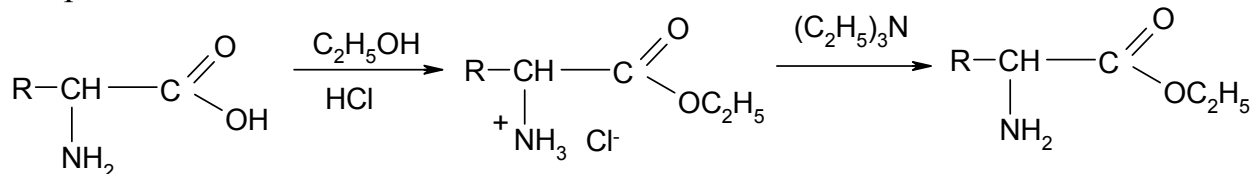


гидрохлорид α -аминокислоты

Реакция дезаминирования. Аминокислоты реагируют с азотистой кислотой с выделением азота:



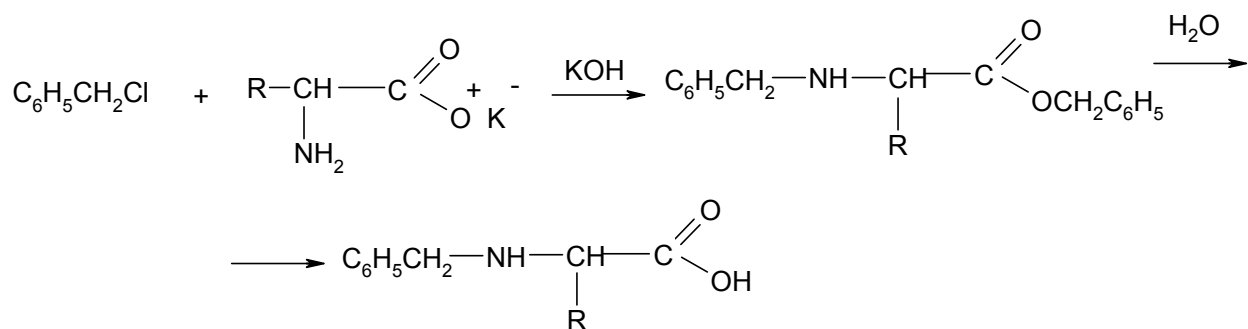
Реакция этерификации. То есть взаимодействие аминокислот со спиртами:



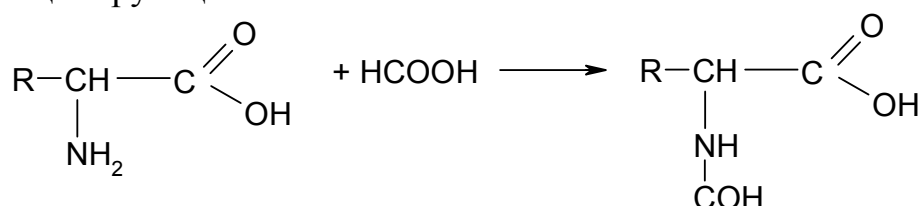
гидрохлорид этилового
эфира аминокислоты

этиловый эфир
аминокислоты

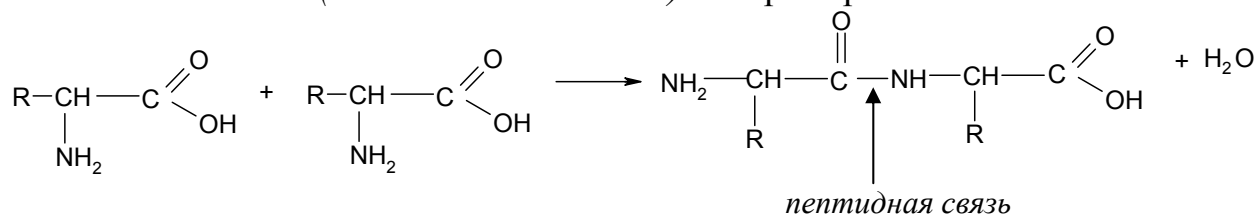
N-Алкилирование. Для алкилирования используют натриевую (калиевую) соль аминокислот и галогенпроизводные алканов или аренов:



N-Ацилирование. То есть реакции взаимодействия аминокислот с карбоновыми кислотами, ангидридами кислот, с галогенангидридами кислот и другими ацилирующими агентами.



Белки – полимеры, в которых фрагменты α-аминокислот соединены амидными связями (пептидными связями). Например:



Задачи

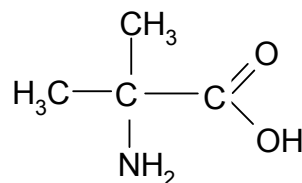
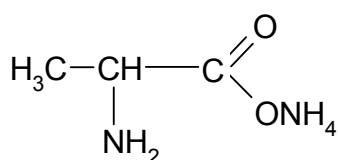
428. Напишите структурные формулы следующих соединений (отметьте асимметрические углеродные атомы, укажите число оптически деятельных и рацемических форм):

- | | |
|--|---|
| а) аминоуксусная кислота
(глицин, гликокол); | и) α-аминомасляная кислота; |
| б) α-аминопропионовая кислота (аланин); | к) β,β-диметил-α-аминомасляная кислота; |
| в) α-аминоизовалериановая кислота (валин); | л) α-амино-β-оксимасляная кислота; |
| *г) α-аминоизокапроновая кислота (лейцин); | м) 3-аминобутановая-1 кислота; |
| д) β-метил-α-аминовалериановая кислота (изолейцин) | * н) ε-аминокапроновая кислота; |

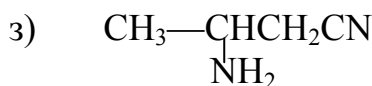
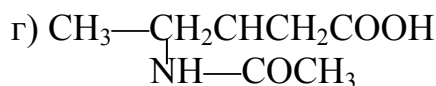
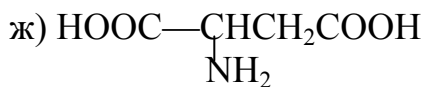
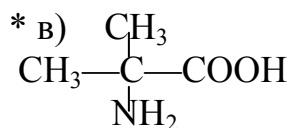
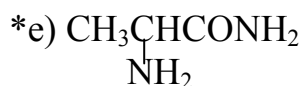
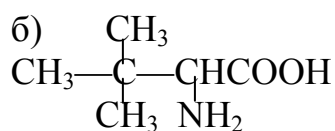
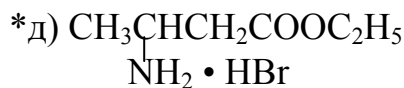
- | | |
|---|---|
| е) β-окси-α-аминопропио-
новая кислота (серин); | о) 4-окси-2-
аминобутановая
кислота; |
| ж) аминоянтарная кис-
лота (аспарагиновая
кислота); | п) гидрохлорид этилового
эфира гликокола; |
| *з) α-аминоглутаровая
лота (глутаминовая
кислота); | р) N-ацетилаланин;
с) капролактан; |
| | * т) аланил-аланин;
у) глицил-аланил-лейцин. |

429. Составьте формулы строения изомерных аминокислот состава $C_3H_7O_2N$ и $C_4H_9O_2N$.

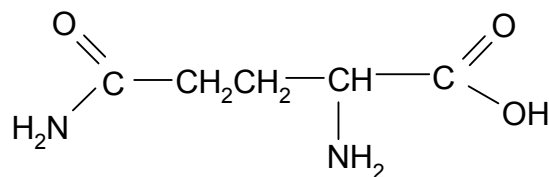
430. К каким классам соединений относятся вещества следующего строения:



431. Назовите следующие соединения:



432. Назовите функциональные группы атомов, имеющиеся в молекуле глутамина:



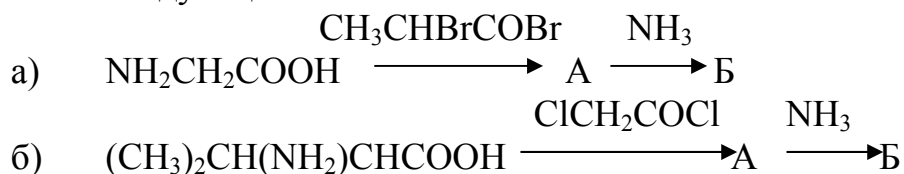
433. Напишите структурные формулы аминокислот состава $C_4H_9O_2N$ и назовите соединения, содержащие а) первичную аминогруппу; б) вторичную аминогруппу.
434. Какую группу атомов называют амидной (пептидной)? Какую связь называют амидной (пептидной)?
435. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно из этанола и неорганических веществ получить глицин (аминоэтановую кислоту).
436. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно получить: а) аминопропионовую кислоту из пропена; б) аминоексусную кислоту из угля.
437. Напишите уравнения реакций синтеза аминокислоты из метана.
438. Напишите реакцию изомасляной кислоты с бромом и реакцию полученного соединения с избытком аммиака. Назовите продукты этих реакций.
439. Действием аммиака на галогензамещенные кислоты получите следующие аминокислоты:
- а) аминоексусную; г) ϵ -аминокапроновую;
 - б) α, β -диаминомасляную; д) аланин;
 - в) α -аминовалериановую; е) изолейцин.
- Какие из них могут быть разделены на оптические изомеры?
440. Какие аминонитрилы получаются при действии смеси цианистого калия и хлористого аммония (*метод Н. Д. Зелинского*) на следующие соединения:
- а) ацетон; в) изомасляный альдегид;
 - б) пропионовый альдегид; г) α -метилмасляный альдегид.
441. Какие соединения образуются при взаимодействии следующих веществ:
- а) акриловая кислота и аммиак;
 - б) масляная кислота и этиламин;
 - в) диметилфумарат и аммиак;
 - г) акрилонитрил и диметиламин;
 - д) молочная кислота и метиламин?
442. Напишите формулы веществ в следующих схемах:
- а) $CH_2=CH_2 \xrightarrow{HOCl} A \xrightarrow{KCN} B \xrightarrow{HBr} V \xrightarrow{NH_3} Г \xrightarrow{\text{гидролиз}} Д$
- $\xrightarrow{NH_2OH} \quad \quad \quad \xrightarrow{H^+} \quad \quad \quad \xrightarrow{H_2O}$
- б) циклогексанон $\longrightarrow A \longrightarrow B \longrightarrow V$
443. Сильнее или слабее проявляются основные свойства у аминокислот по сравнению с метиламином? Почему?
444. Сильнее или слабее проявляются основные свойства у аминокислот по сравнению с карбоновыми кислотами (муравьиной, уксусной)? Почему?

445. Составьте уравнения реакций между аммонийной солью аминокислоты и: а) гидроксидом натрия; б) соляной кислотой, взятой в избытке.
446. Напишите уравнения реакции α-аминопропионовой кислоты (аланина) со следующими веществами:
 а) водный раствор едкого кали; г) уксусный ангидрид;
 б) соляная кислота; д) этанол (в присутствии HCl);
 в) иодистый метил; е) азотистая кислота.
447. Напишите уравнения реакций между следующими веществами:
 а) α-аминопропионовая кислота и пропиловый спирт (условия);
 б) α-аминомасляная кислота и хлористый ацетил;
 * в) натриевая соль глицина и хлористый пропионил;
 г) метиловый эфир глицина и аммиак.
448. Какие соединения образуются при взаимодействии азотистой кислоты со следующими аминокислотами:
 а) аланином; г) лейцином;
 б) α-аминомасляной кислотой; д) α-амино-β-метилвалериановой кислотой (изолейцином).
 в) валином;
449. Как действует азотистая кислота на гликокол и его этиловый эфир?
450. Напишите структурные формулы промежуточных и конечных продуктов в следующих схемах?
- а) $(\text{CH}_3)_2\text{CHCHO} \xrightarrow{\text{HCN}} \text{А} \xrightarrow{\text{NH}_3} \text{Б} \xrightarrow{\text{HCl (разб.)}} \text{В} \xrightarrow{(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}} \text{Д}$
 $\xrightarrow{\text{HBr}} \text{Е} \xrightarrow{3\text{NH}_3} \text{Ж} \xrightarrow{\text{HCl}} \text{З} \xrightarrow{\text{нагревание}} \text{И}$
- б) $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{COOH} \xrightarrow{\text{HBr}} \text{А} \xrightarrow{3\text{NH}_3} \text{Б} \xrightarrow{\text{HCl}} \text{В} \xrightarrow{\text{нагревание}} \text{Г}$
451. В таблице слева указаны исходные соединения, по горизонтали — реагенты. Напишите в свободных клетках формулы исходных кислот и формулы полученных органических соединений.

Название кислоты	Формула кислоты	NaOH	HCl	C ₂ H ₅ OH	HNO ₂
а) α-оксимасляная кислота					
б) β-оксимасляная кислота					
г) γ-оксимасляная					

кислота					
д)α-аминомасляная кислота					
е)β-аминомасляная кислота					
ж)γ-аминомасляная кислота					

452. Напишите формулы промежуточных и конечных соединений в следующих схемах:



Назовите продукты реакций.

453. Напишите уравнения реакций между: а) α – аминომасляной кислотой и гидроксидом калия; б) аминоексусной и соляной кислотой; в) β – аминопропионовой кислотой и метанолом.

454. Каков состав белков?

455. Что представляет собой первичная и вторичная структура белков?

456. Что представляет собой третичная структура белка?

457. Что представляет собой четвертичная структура белка?

Гетероциклические соединения

По размеру цикла гетероциклические соединения классифицируют на:

трехчленные



оксиран



азиридин

четырёхчленные

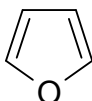


оксетан

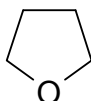


азетидин

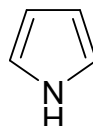
пятичленные



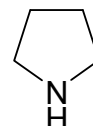
фуран



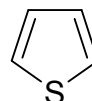
тетрагидрофуран



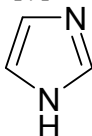
пиррол



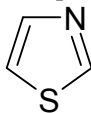
пирролидин



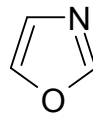
тиофен



имидазол

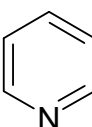


тиазол

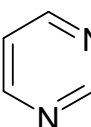


оксазол

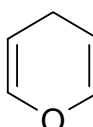
шестичленные



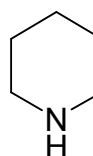
пиридин



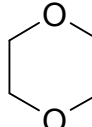
пиримидин



γ-пиран



пиперидин

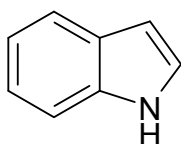


1,4-диоксан

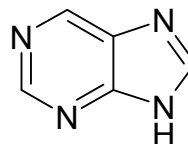
По характеру гетероатома гетероциклы делятся на: азотсодержащие. Кислородсодержащие, серосодержащие и так далее.

Гетероциклы с циклической сопряженной системой $(4n+2)\pi$ -электронов в циклах являются ароматическими, например, фуран, пиридин. А гетероциклы, не имеющие циклическую сопряженную систему $(4n+2)\pi$ -электронов, являются неароматическими, например, тетрагидрофуран, пиперидин, 1,4-диоксан.

Гетероциклы так же могут различаться числом гетероатомов в цикле и числом конденсированных циклов в молекуле. Например, конденсированные циклы с различным числом гетероатома (азота):



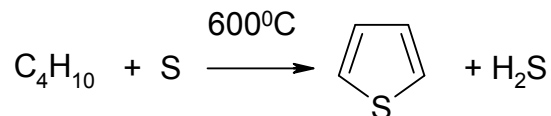
индол



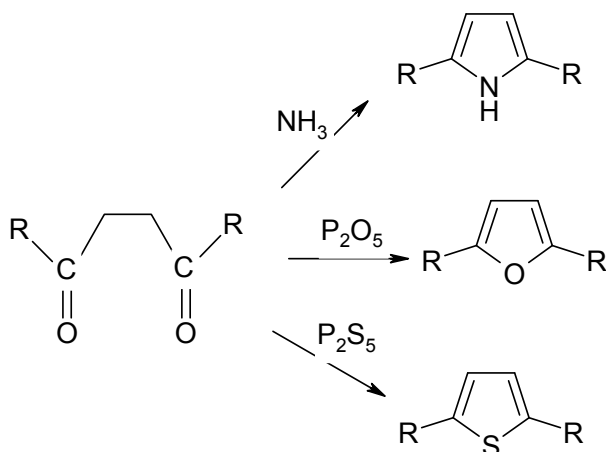
пурин

Пятичленные гетероциклические соединения

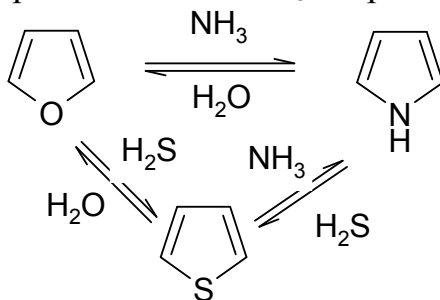
Тиофен может быть получен взаимодействием бутана с серой при высокой температуре:



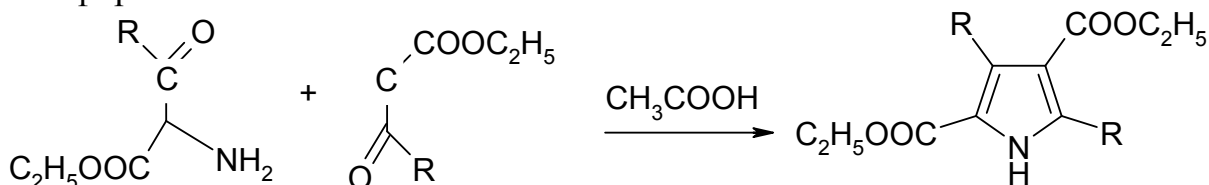
Нагреванием 1,4-дикарбонильного соединения с аммиаком или амином получают замещенные пирролы, с P_2O_5 или P_2S_5 получают соответственно замещенные фураны и тиофены. Этот синтез называется *реакцией Пая-Кнорра*.



Взаимные каталитические превращения пятичленных гетероароматических соединений называются *реакцией Юрьева* и протекают в присутствии катализатора на основе Al_2O_3 и при высокой температуре:

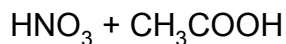
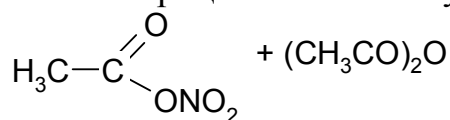


Для получения замещенных пирролов используют *реакцию Кнорра*, в которой α -аминокарбонильное соединение подвергают конденсации с β -кетозэфиром:

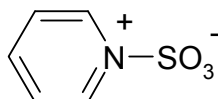


Реакции электрофильного ароматического замещения. Относительная активность пятичленных гетероаренов в реакциях электрофильного замещения снижается в ряду: пиррол > фуран > тиофен. Но

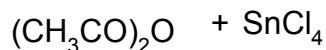
даже тиофен значительно превосходит бензол по реакционной способности. Для нитрования пятичленных гетероциклов используют следующие агенты:



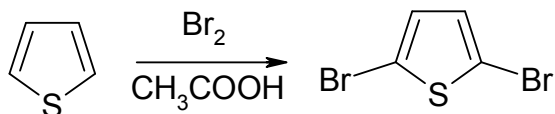
Для сульфирования применяют пиридинсульфотриоксид:



В качестве ацетилирующего агента используют смесь уксусного ангидрида с какой-либо кислотой Льюиса. Например:

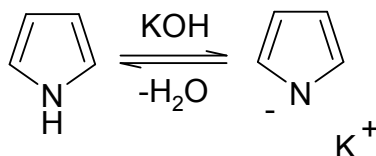


Преимущественно все реакции идут в положение 2(5) цикла.



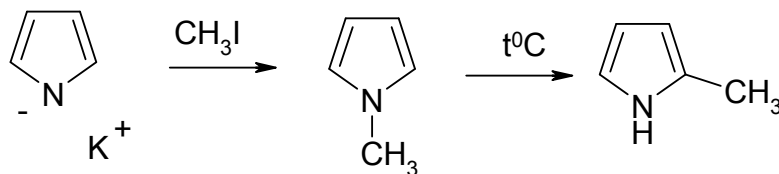
2,5-дибромтиофен

Пиррол является амфотерным соединением, проявляет не только основные, но и кислотные свойства:

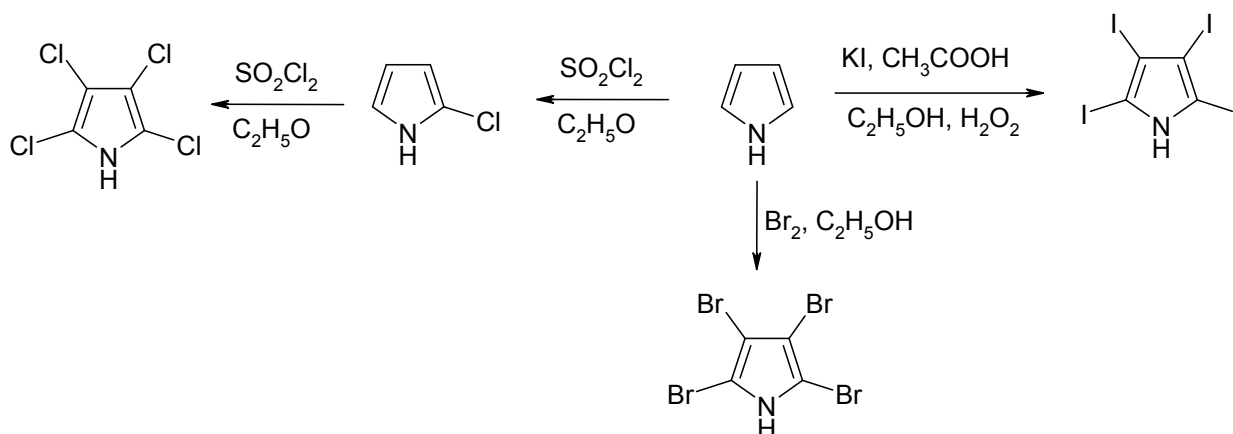


пирролят калия

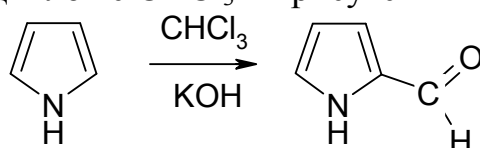
Алкилзамещенные пирролы получают с использованием пирролята калия:



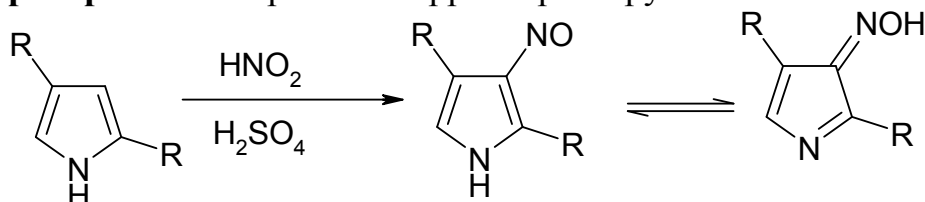
Галогенирование. В зависимости от типа галогена (хлор, бром или иод) используют соответствующие реагенты:



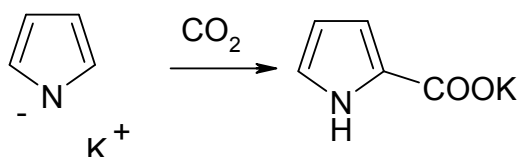
Формилирование. Формилпроизводные получают при взаимодействии гетероциклов с CHCl_3 в присутствии KOH :



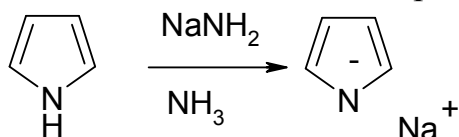
Нитрозирование. Простые пирролы реагируют с азотистой кислотой:



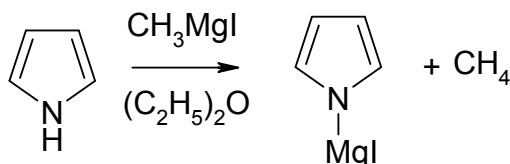
Карбонизация. Соли 2-пиррилкарбоновой кислоты получают с использованием пирролята калия:



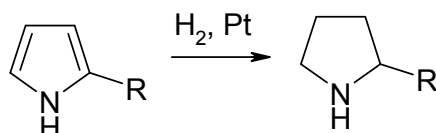
Реакции с нуклеофильными агентами. Соли пиррола с щелочными металлами обычно получают действием амида натрия в жидком аммиаке:



Под действием гриньяровского реактива, например, на пиррол получается N-пиррилмагнийгалогениды:

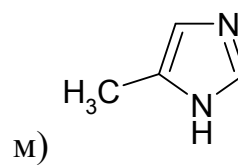
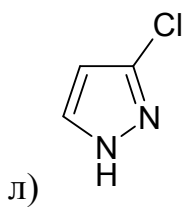
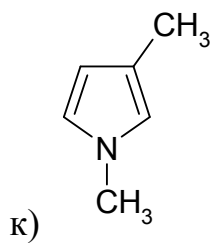
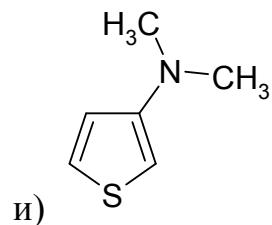
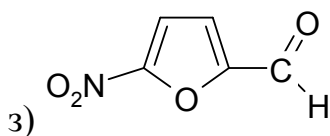
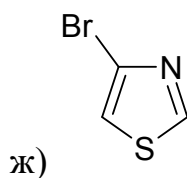
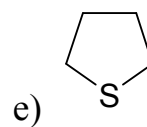
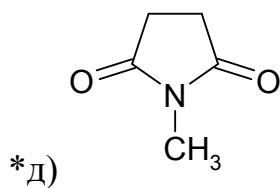
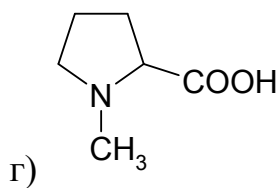
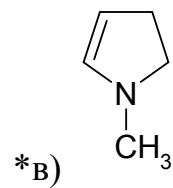
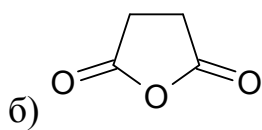
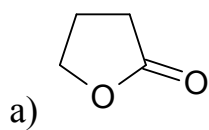


Восстановление.

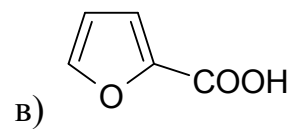
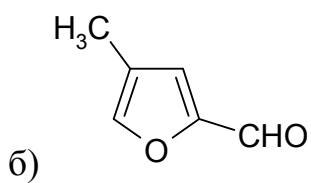
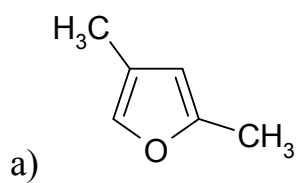


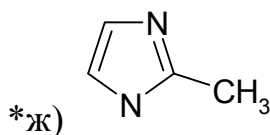
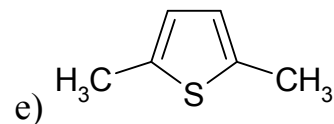
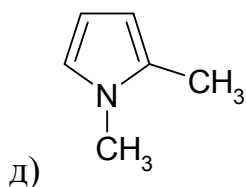
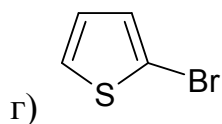
Задачи

458. Назовите следующие соединения:

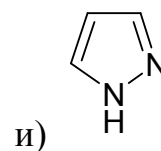
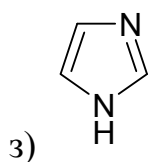
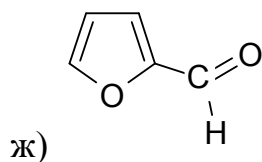
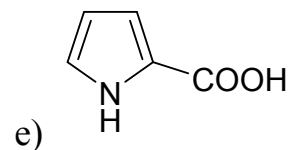
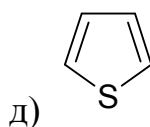
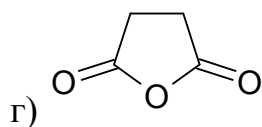
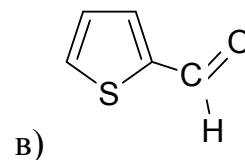
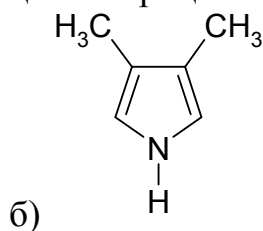
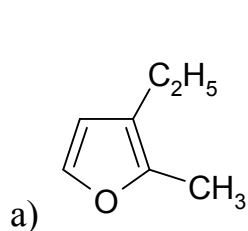


459. Назовите следующие гетероциклические соединения:





460. Назовите следующие гетероциклические соединения:



461. Напишите структурные формулы следующих соединений: а) 3 – бромфуран; б) 2,5 – диметилпиррол; в) 2 – хлортиофен; г) 3 – метилпиррол.

462. Напишите структурные формулы следующих гетероциклов:

а) β , β^1 – диметилфуран;

б) 3,5 – диметилфуран – 2 – карбоновая кислота;

463. Напишите структурные формулы: а) 1-метил- α,β – диэтилпиррол; б) бензотиофен.

464. Напишите структурные формулы всех возможных изомеров: а) метилфурана; б) диметилтиофена; в) метилпиррола. Назовите предложенные вами изомеры.

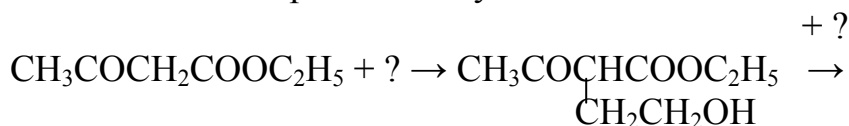
465. Напишите структурные формулы следующих гетероциклов:

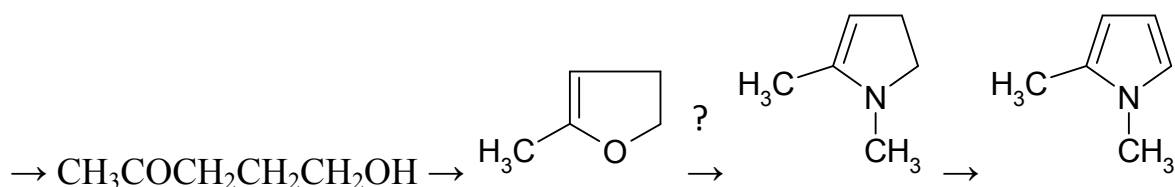
а) 2-аминофуран;

б) 3- нитропиррол;

в) 2,4- дибромпиррол;

- г) 3(5) – метилпиразол;
 д) 3- меркапто -1,2,4- триазол.
466. Напишите структурные формулы следующих соединений:
 а) фурфурол;
 б) пиразол;
 в) α-метилпиррол;
 г) бензпиррол;
 д) α,β - дигидрофуран.
467. Напишите структурные формулы следующих соединений:
 *а) 2-метилфуран;
 *б) фуран-2-карбоновая кислота;
 в) 2,4-диметил-3,5-дикарбэтокси-пиррол;
 г) тетрагидрофуран;
 д) тιοфен-2-сульфо кислота.
468. * Напишите структурные формулы всех изомерных диметилпирролов. Назовите их.
469. Напишите и назовите все изомеры 2-метилимидазола с пяти членным циклом.
470. Нарисуйте все возможные монобензопирролы и дайте им систематические названия. Все ли они полностью ароматичны?
471. В каком валентном состоянии находятся гетероатомы и атомы углерода в молекулах пиррола, фурана, тιοфена? Почему эти системы проявляют ароматические свойства?
472. Какие дикарбонильные соединения надо взять, чтобы при дегидратации (либо совместной дегидратации с аммиаком или амином) получить следующие вещества: а) 2,5-диметилфуран; * б) 3,4-диметилпиррол; в) 1,2,5-триметилпиррол?
473. Какие дикарбонильные соединения надо использовать, чтобы при их гетероциклизации получить: а) 3,5-диметилтιοфен; б) 2,3,5-трифенилтιοфен?
474. Предложите путь получения 3-метилпиррола из метилянтарной кислоты.
475. Какие гетероциклические соединения можно получить при нагревании а) сахарной кислоты; б) ее аммонийной соли?
476. Предложите схему образования 2,5-диметилпиррола по реакции *Пааля-Кнорра*.
477. Предложите схему синтеза 2-метил-5-фенилпиррола по реакции *Кнорра*.
478. Как с помощью реакции *Юрьева* получить 2-метилтιοфен, α-метилпиррол, 1-фенил-2-метилпиррол?
479. Укажите реагенты и условия синтеза:





480. Какие вещества образуются при взаимодействии в условиях реакции Юрьева:

- 2-метилтиофена и метиламина;
- 2,5 – диметилпиррола и сероводорода?

Напишите соответствующие уравнения реакций.

481. Какие вещества образуются при взаимодействии в условиях реакции Юрьева:

- 2-метилпиррола и воды;
- 3-метилфурана и этиламина?

Напишите соответствующие уравнения реакций.

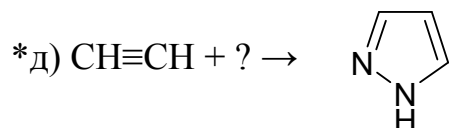
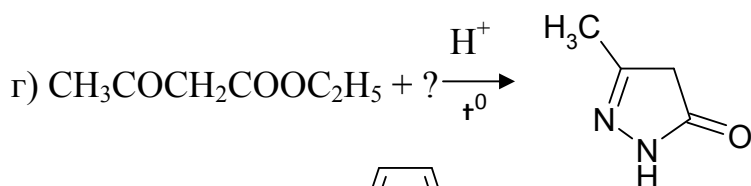
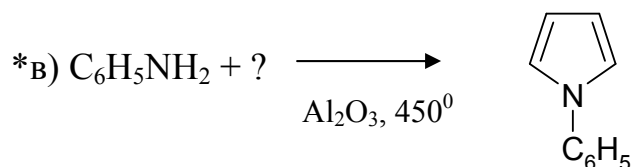
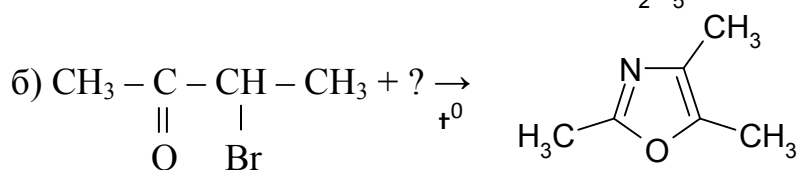
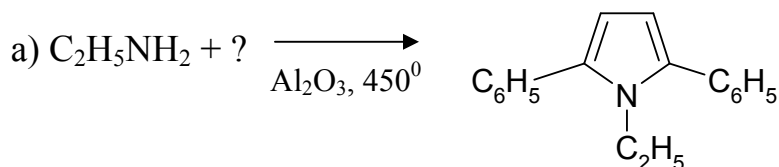
482. Как из Ca^{14}C_2 получить меченый 1-фенил-3,4- ^{14}C -пиррол?

483. Напишите уравнения реакций получения гетероциклов, которые образуются при действии на диацетилен ($\text{CH}\equiv\text{C} - \text{C}\equiv\text{CH}$):

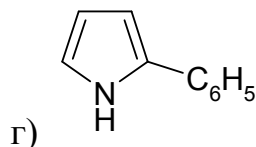
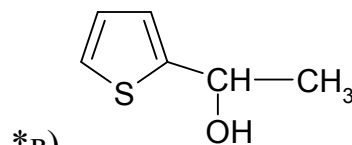
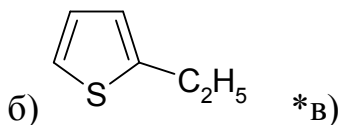
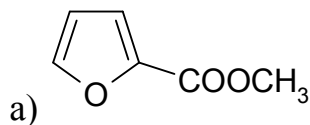
- аммиака (в присутствии CuCl);
- сероводорода (в присутствии этилата натрия).

Назовите полученные гетероциклы.

484. Проставьте недостающие реагенты и назовите конечные продукты реакций:



485. Предложите путь синтеза следующих веществ, исходя из соединений с открытой цепью и производных бензола:



486. Сравните на примере галогенирования (например, иодирования) реакционную способность ядра пиррола, тиюфена.

487. Перечислите реакции, характеризующие ароматические свойства тиюфена.

488. Как влияют электронодонорные и электроноакцепторные заместители на реакционную способность пятичленных гетероциклов в реакциях с электрофильными реагентами? Сравните реакционную способность фурана, 2 – метилфурана и фурфурола.

489. Какой из предложенных гетероциклов наиболее легко вступает в реакции с электрофильными реагентами:

а) пиррол;

в) α – метилпиррол;

б) 2 – нитропиррол;

г) 2 – пирролкарбоновая кислота?

Укажите схематично в какое положение пойдет электрофил в каждом случае.

490. Почему для сульфирования фурана используется пиридинсульфотриоксид? Каково строение этого реагента? Напишите уравнение реакции сульфирования 2-метилфурана. Рассмотрите механизм действия электрофильных агентов на соединения типа фурана.

491. Напишите уравнения реакций пиррола со следующими веществами:

а) соляная кислота;

в) азотистая кислота;

б) амид натрия;

г) иодидэтилмагния.

492. Напишите уравнения реакций гидрирования: а) фурана; б) 2-этилфурана; в) тиюфена; г) 2,5-диметилтиюфена; д) 2,3-диметилпиррола. Назовите образующиеся продукты.

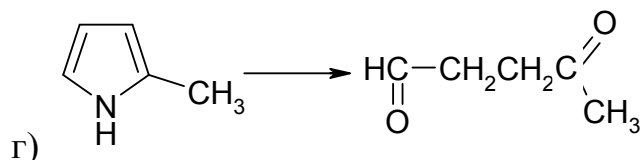
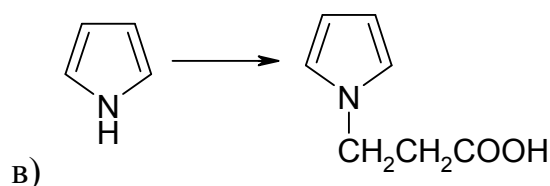
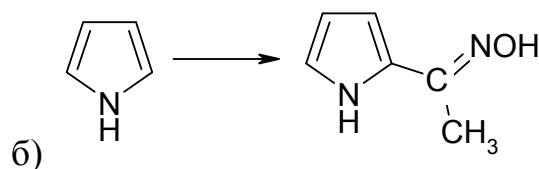
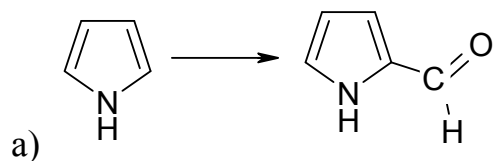
493. Напишите уравнения реакций, происходящих при пропускании над нагретой окисью алюминия, следующих веществ:

а) 2-метилфурана с метиламином;

б) тиюфена с этиламином;

в) 2- метилпиррола с сероводородом.

494. Действием каких реагентов и в каких условиях можно провести следующие синтезы:



495. Укажите в какое положение идет электрофильное замещение для следующих гетероциклов:

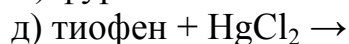
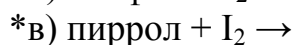
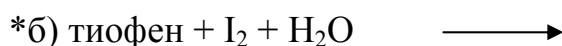
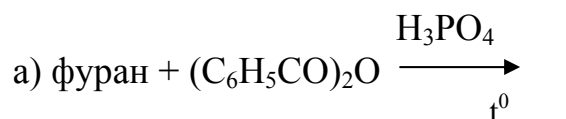
- а) фуран;
- б) тиофен;
- *в) 1-фенилпиррол?

496. Почему пиррол в отличие от пиридина не обладает основными свойствами?

497. Какие вещества образуются при конденсации фурфурола с :

- а) пропионовым альдегидом;
 - б) ангидридом уксусной кислоты (в присутствии ацетата калия)?
- Напишите уравнения данных реакций и назовите полученные соединения.

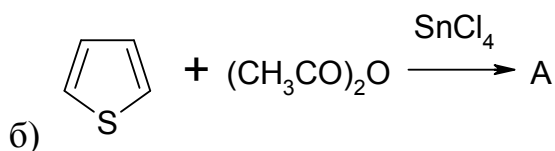
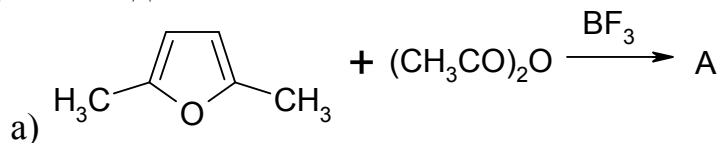
498. Напишите уравнения реакций и назовите получающиеся вещества:



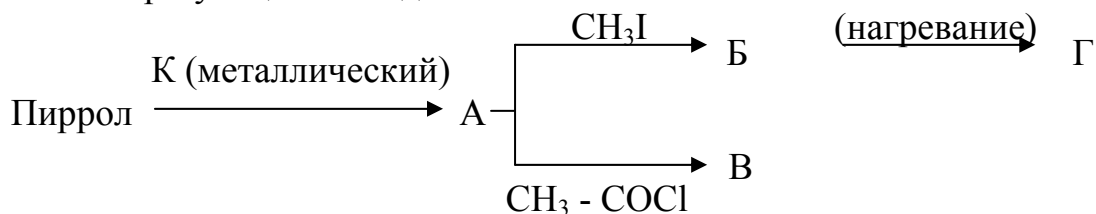
499. Осуществите следующие превращения и назовите все образующиеся соединения:

500. Осуществите следующие превращения и назовите все образующиеся соединения:

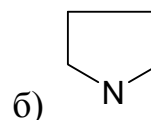
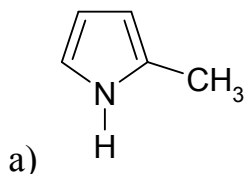
$$\text{Пиррол} \xrightarrow[\text{(эфир)}]{\text{CH}_3\text{MgBr}} \text{A} \xrightarrow{\text{CO}_2} \text{Б}$$



501. Осуществите следующие превращения и назовите все образующиеся соединения:



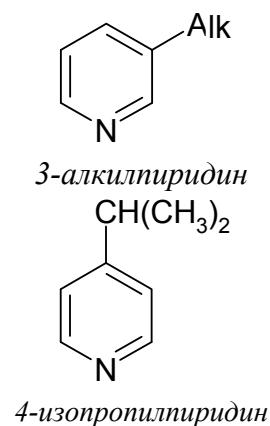
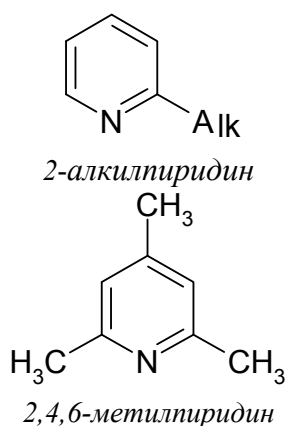
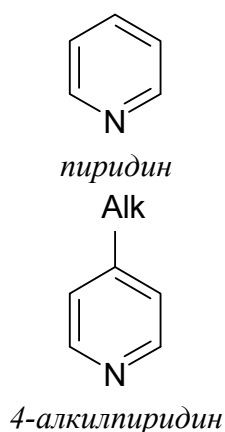
502. Получите из фурана следующие соединения:



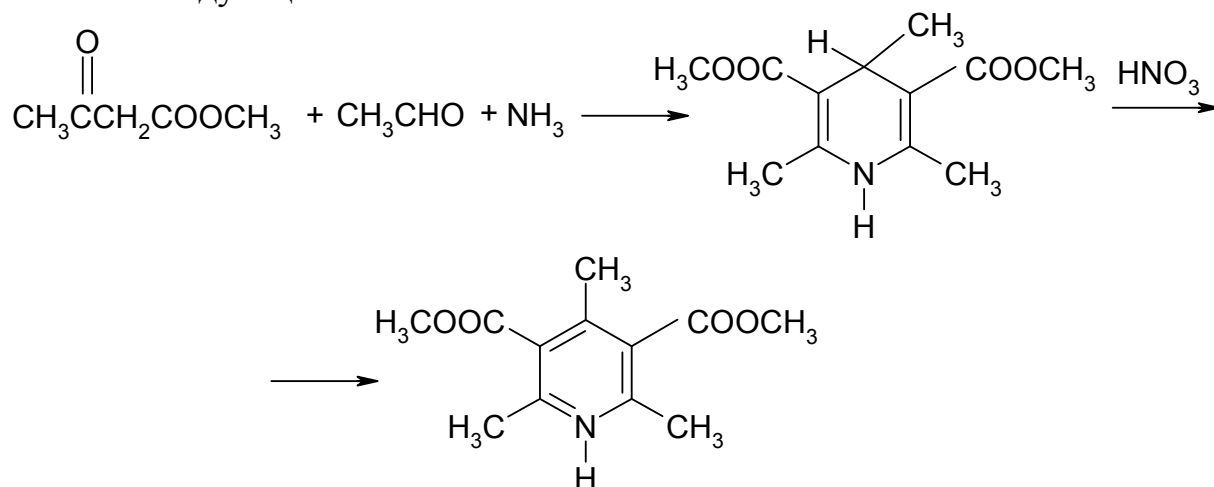
Назовите эти продукты.

Шестичленные гетероциклические соединения

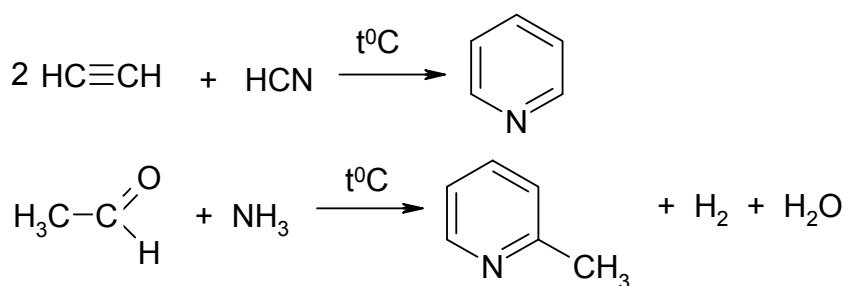
Среди шестичленных ароматических гетероциклических соединений наиболее важное значение имеют пиридин и его производные.



Метод Ганча один из известных способов получения пиридина. Метод заключается в циклоконденсации эфиров β-кетокислот с альдегидами и аммиаком с последующим окислением:

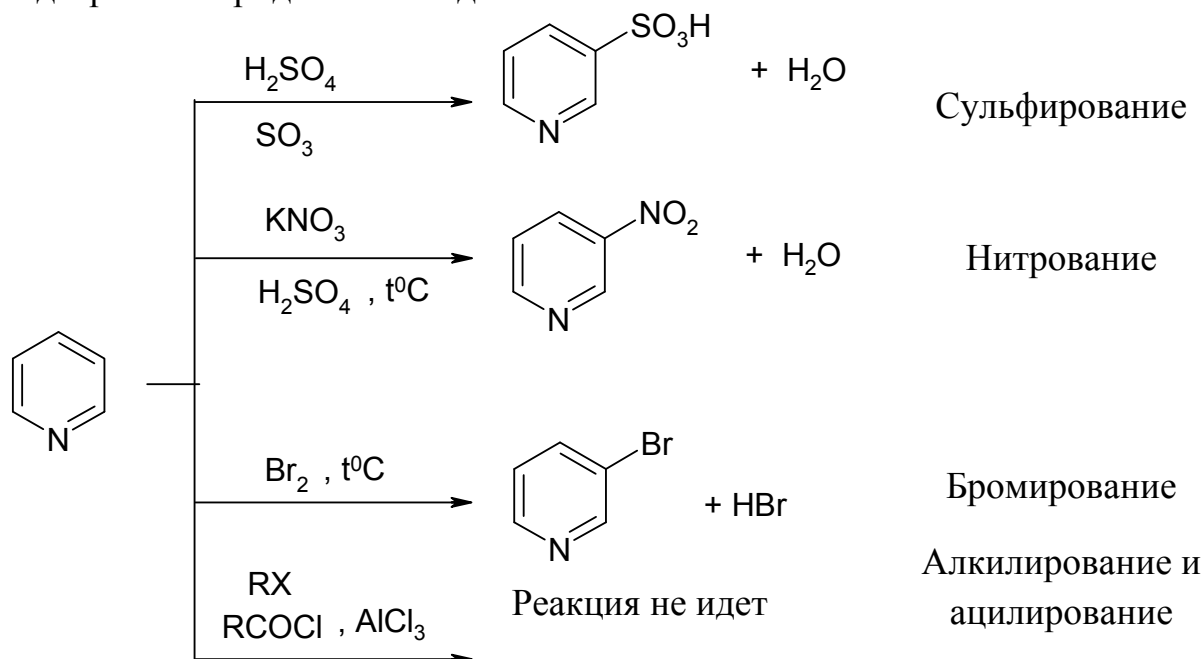


Пиридин так же можно получить из ацетилена и ацетальдегида:

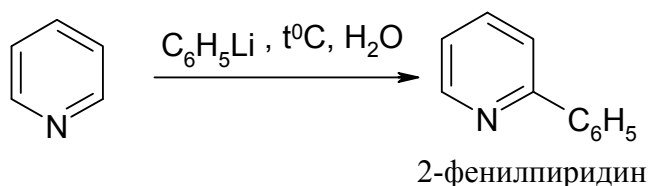


ацетальдегид

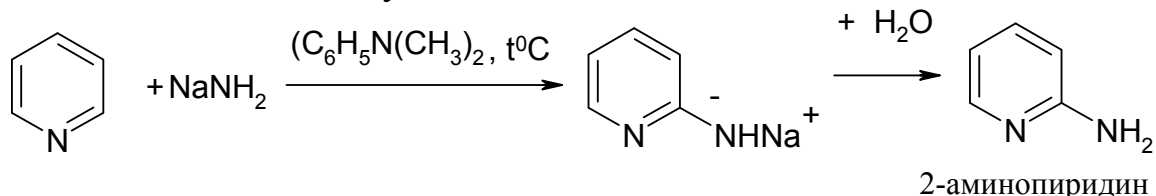
Электрофильное ароматическое замещение. Преимущественно ориентация электрофильного агента в положение 3. Для получения пиридинов, замещенных в положении 2 или 4, соответствующим реакциям подвергают пиридин-N-оксиды.



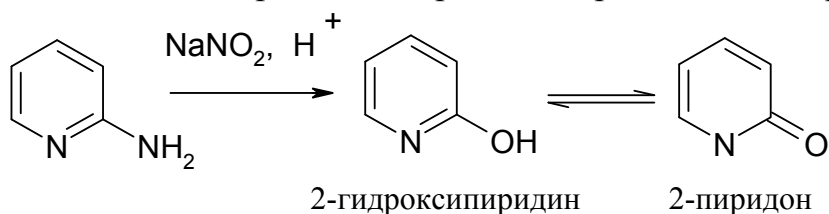
Взаимодействие пиридина с литийорганическими реагентами приводит к получению алкил замещенных пиридинов.



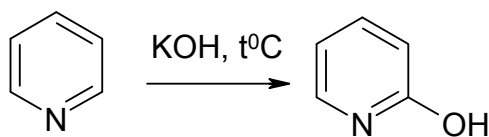
Реакция Чичибабина. Это реакция с амидом натрия при нагревании в N, N-диметиланилине или толуоле:



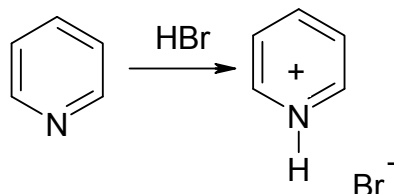
При обработке 2-аминопиридина нитритом натрия в кислой среде:



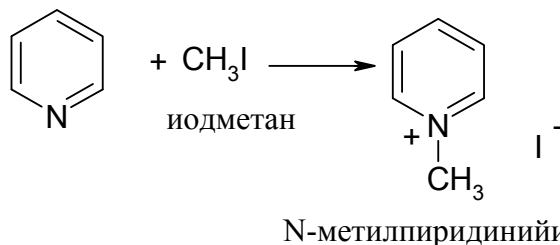
Также 2-гидроксипиридин можно получить реакцией пиридина с KOH:



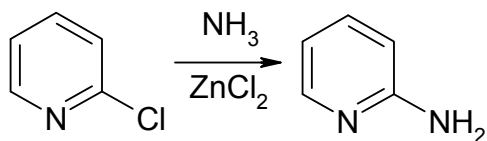
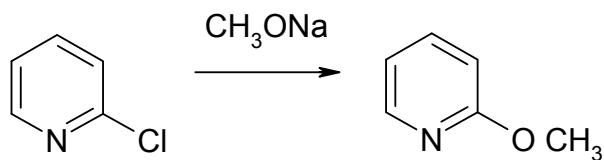
При действии концентрированной бромоводородной кислоты на пиридин образуется бромгидрат пиридина:



Нуклеофильные свойства пиридина. Алкилируется пиридин с образованием N-алкилпиридиниевых солей:



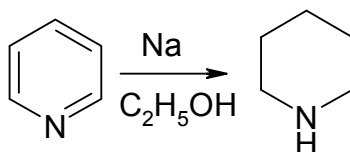
Замещение галогена. Галогены, находящиеся в α- и γ- положениях пиридина легко замещаются рядом группировок в результате атаки нуклеофилов.



α-хлорпиридин

α-аминопиридин

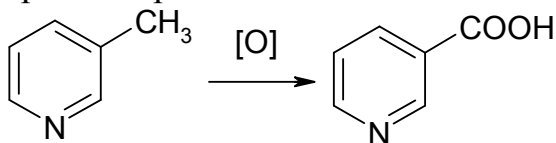
Восстановление. Можно подвергать восстановлению пиридин под действием H_2 в присутствии Pt, а так же при действии натрия в абсолютном спирте.



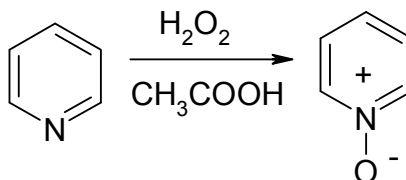
пиридин

пиперидин

Окисление. Окисление замещенных пиридинов протекает по боковой цепи, а кольцо остается незатронутым. Так, окисление алкилпиридинов приводит к получению пиридинкарбоновых кислот.



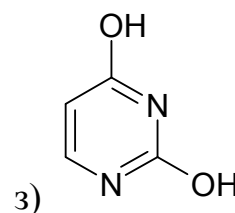
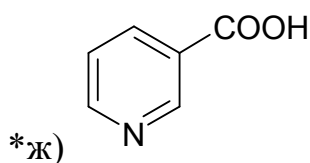
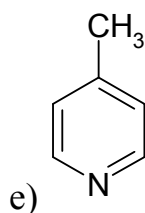
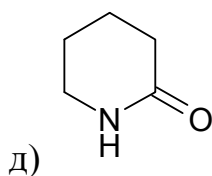
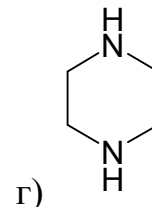
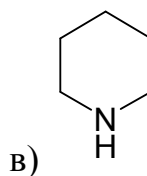
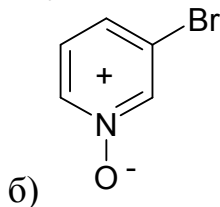
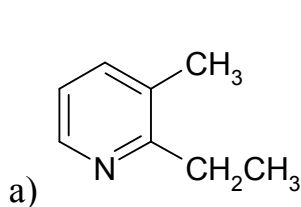
При действии надкислот пиридины превращаются в N-окиси.

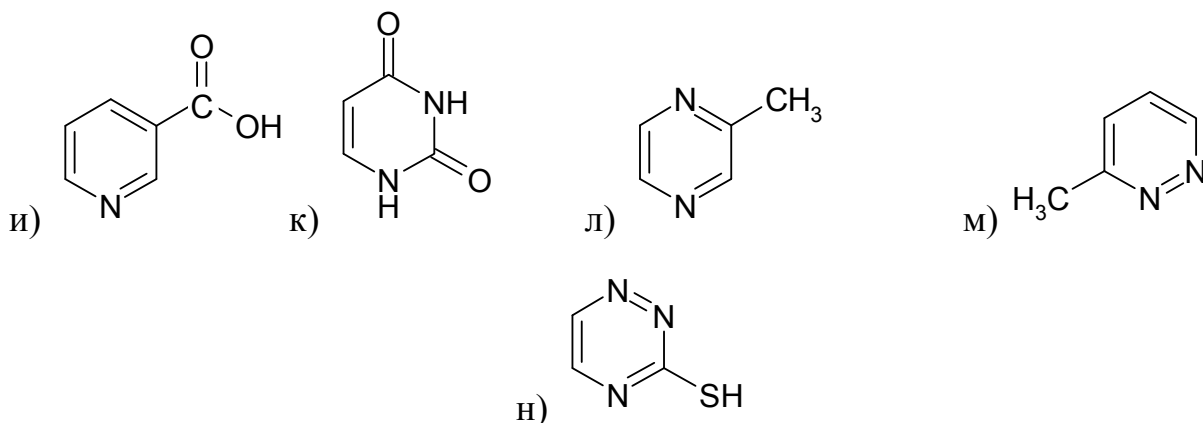


N-окись пиридина

Задачи

503. Назовите следующие соединения:





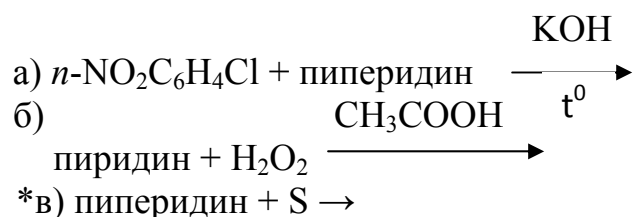
504. Напишите структурные формулы следующих соединений: а) 2 – оксипиридин; б) 2 – метил - 5 – винилпиридин; в) 3 – нитропиридин; г) α – аминопиридин.
505. Напишите структурные формулы следующих соединений: а) γ – метилпиридин; б) 5 – винил – 2 – метилпиридин; в) 2 – метилпиридина; *г) 3-(1-метилпирролидил-2)-пиридин; д) 2-аминопиридин.
506. Напишите структурные формулы следующих соединений: а) 2-амино-5-хлорпиридин; б) 2,4-дигидроксипиримидин; в) 2-метилпиримидин; г) 2-метилпиридин.
507. Сравните на примере галогенирования (например, иодирования) реакционную способность ядра бензола и пиридина.
508. Сравните пиридин и пиперидин по их основности, отношению к уксусному ангидриду, иодистому метилу, азотистой кислоте.
509. Пиридин более сильное основание, чем пиррол, хинолин — сильнее, чем индол. Объяснение почему.
510. Напишите схемы реакций электрофильного замещения α , γ -диметилпиридина. Образование, какого из изомеров следует преимущественно ожидать и почему?
511. Напишите уравнения реакций: а) нитрование пиридина, б) сульфирование пиридина. Укажите условия этих реакций.
512. Почему реакция азосочетания идет с пирролом и не идет с пиридином? Напишите резонансные структуры соответствующих промежуточных σ – комплексов.
513. Какие вещества образуются при обработке пиридина (нагревание): а) амидом натрия, а затем водой; б) гидроксидом калия (в присутствии окислителя)? Напишите уравнения реакций и назовите образующиеся продукты.
514. Напишите схемы реакций окисления:
 а) α , α^1 – диметилпиридина;
 б) β – метилпиридина;
 в) α – метилпиридина.

Назовите образующиеся продукты. Какое из этих соединений является никотиновой кислотой?

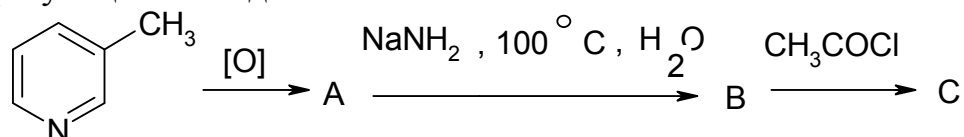
515. Поставьте в ряд по легкости нитрования следующие соединения: пиридин, *m*-динитробензол, тиофен, *n*-ксилол, бензол.
516. Сравните способность следующих соединений к нуклеофильному замещению атома хлора на группу OH:
- n*-нитрохлорбензол;
 - 2-хлорпиридин;
 - 3-хлорпиридин;
 - хлорбензол;
 - m*-нитрохлорбензол;
 - 2,4-динитрохлорбензол.
517. Нарисуйте таутомерные формы для изомерных оксипиридинов. Какой из них существует преимущественно в полностью ароматизованной форме? Аргументируйте ответ.
518. Как реагирует пиридин со следующими веществами:
- бромистый водород;
 - хлористый бензоил;
 - амид натрия;
 - едкое кали (300°);
 - азотистая кислота;
 - перекись водорода;
 - диметилсульфат;
 - иод (+HNO₃)?
519. Как из пиридина получить следующие вещества:
- пиридин-N-оксид;
 - 2-бромпиридин;
 - 3-бромпиридин;
 - 2-метилпиридин;
 - * д) 1-метилпиридон-2;
 - е) 3-гидроксипиридин?
520. Напишите уравнения реакций образования солей пиридина при действии на него кислот: а) соляной; б) серной.
521. Из пиридина получите 2-хлорпиридин и напишите уравнения реакций α – хлорпиридина с:
- CH₃ONa;
 - NH₂ – NH₂;
 - NH₃.

Укажите условия протекания реакций.

522. Напишите уравнения реакций и назовите получающиеся вещества:



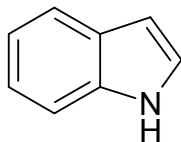
523. Осуществите следующие превращения и назовите все образующиеся соединения:



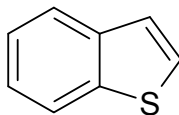
Другие гетероциклические соединения

Конденсированные пятичленные гетероциклические соединения.

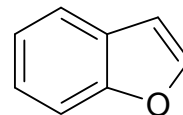
Наиболее известный – **индол** – является бициклическим соединением, в котором бензольное кольцо сконденсировано с циклом пиррола. Бициклическое соединение, в котором бензольное кольцо сконденсировано с циклом тиафена – **бензотиофен**; а с циклом фурана – **бензофуран**.



индол

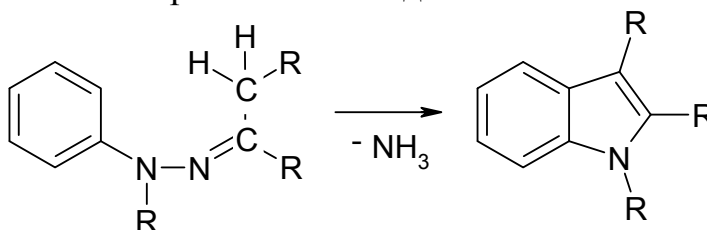


бензотиофен



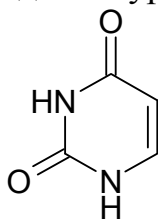
бензофуран

Универсальным методом синтеза производных индола является *реакция Фишера*. В этом методе фенилгидразон альдегида или кетона подвергается циклизации под действием кислотного катализатора (BF_3 , ZnCl_2). При этом происходит перегруппировка, сопровождающаяся отщеплением аммиака и образованием индола:

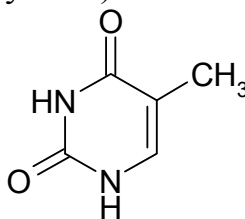


Реакции электрофильного замещения с индолом идут прежде всего в положение 3.

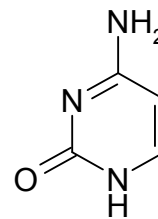
Пиримидины и пурины. Наиболее широко известны такие соединения, как производные пиримидина (урацил, цитозин и тимин) и производные пурина (аденин, гуанин)



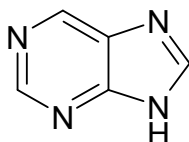
урацил



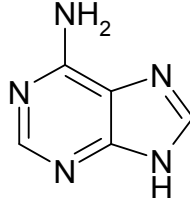
тимин



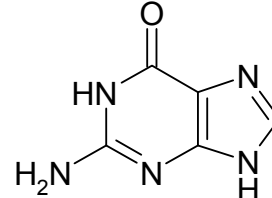
цитозин



пурин

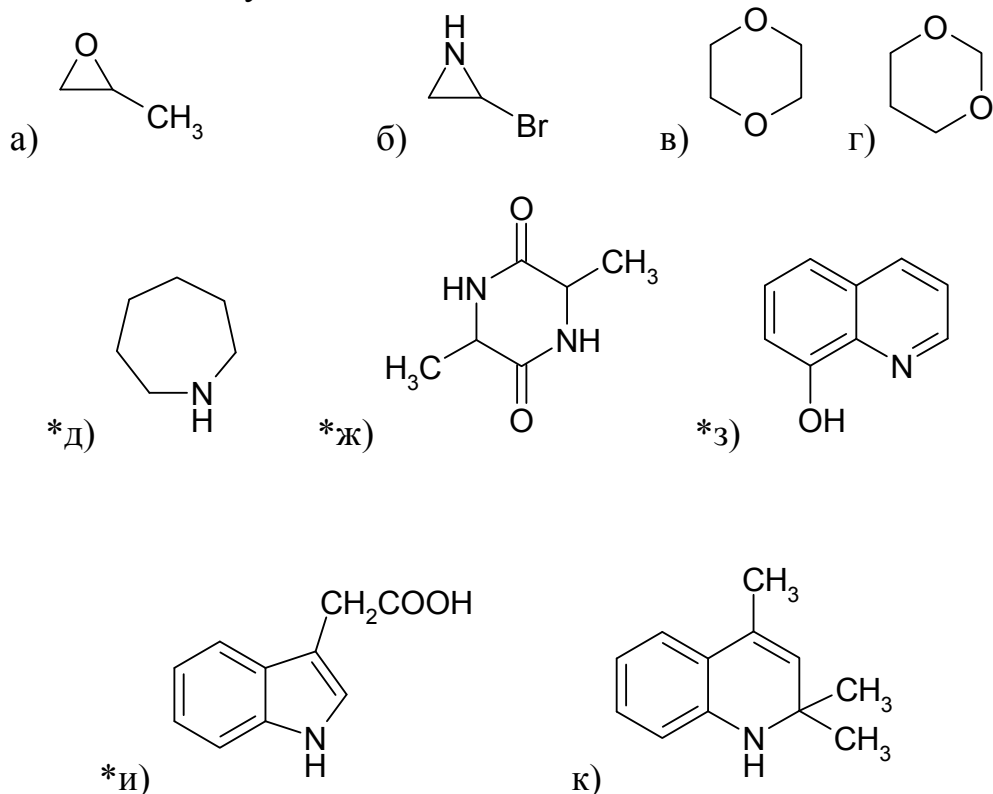


аденин

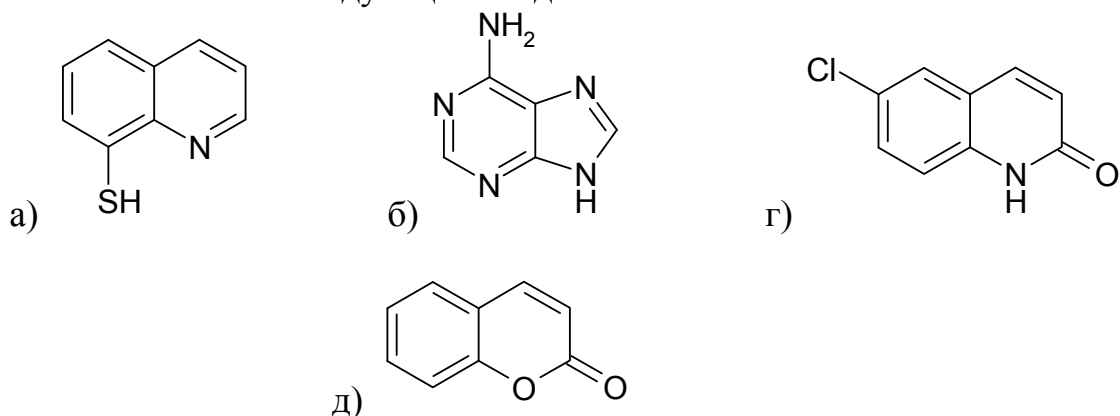


гуанин

524. Назовите следующие соединения:



525. Назовите следующие соединения:



526. Напишите структурные формулы следующих гетероциклов:

- а) хинальдин; б) хинолиновая кислота; в) триптофан; г) бензпиридин; д) цитозин.

527. Напишите структурные формулы следующих гетероциклов: а) барбитуровая кислота; б) урацил; в) тимин; г) гистидин; д) аденин;

528. Напишите структурные формулы следующих гетероциклов: а) гуанин; б) 2,5-диоксопиперазин; в) сукцинимид; г) метилизохинолин; д) 1-фенил-3-метилпиразолон-5.

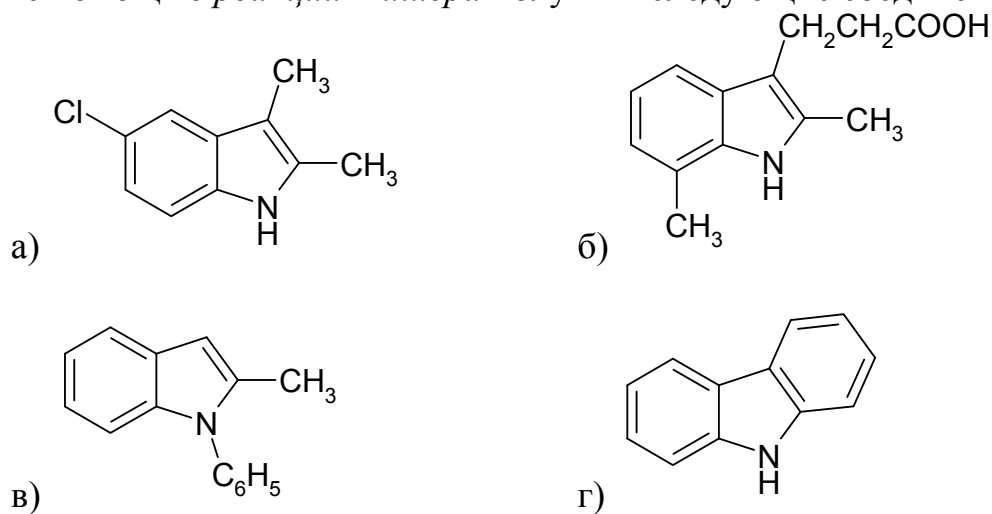
529. Напишите структурные формулы следующих гетероциклов: а) 3-(2-аминоэтил)индол; б) хинолин-4-карбоновая кислота; в) 5,6-диметилбензимидазол; г) 3-метилендол.

530. Напишите структурные формулы следующих гетероциклов: а) капролоктам; б) N – винилпирролидон; в) фурфурол; г) хинолин; д) индиго.
531. Напишите структурные формулы следующих гетероциклов: а) мочева кислота; б) кофеин; в) пурин; г) никотин; д) изатин.
532. Напишите структурные формулы всех изомерных метилиндролов. Назовите их.
533. Напишите структурные формулы всех изомерных метилхинолинов и назовите их.
534. Какие из перечисленных соединений отвечают гетероциклам с ароматической системой связей (учитывая правило Хюккеля $4n + 2$)
- | | |
|----------------|--------------|
| а) C_4H_4O | д) C_5H_5N |
| б) C_5H_7N | е) C_8H_6S |
| в) $C_3H_3N_3$ | ж) CH_2N_4 |
| г) C_3H_3NS | |

Предложите для них структурные формулы и назовите их.

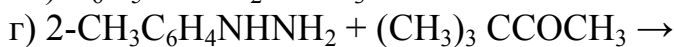
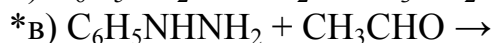
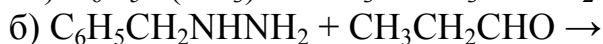
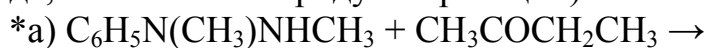
535. Какое гетероциклическое соединение образуется при дегидратации дикетона $C_6H_5COCH(CH_3)CH(CH_3)COC_6H_5$?
536. При действии минеральных кислот или кислот Льюиса на арилгидразоны альдегидов или кетонов происходит *перегруппировка Фишера*, приводящая к образованию индролов. Какие вещества получатся при такой перегруппировке следующих соединений:
- | |
|-------------------------------------|
| а) $C_6H_5N(CH_3)N-C(CH_3)_2$ |
| б) $4-CH_3C_6H_4NHN=CHCH_2CH_3$ |
| в) $2-CH_3OC_6H_4NHN=C(CH_3)C_6H_5$ |
| *г) $4-NO_2C_6H_4NHN=C(COOH)CH_3$ |

537. Какие исходные арилгидразины и оксосоединения надо взять, чтобы с помощью *реакции Фишера* получить следующие соединения:



Назовите продукты реакции.

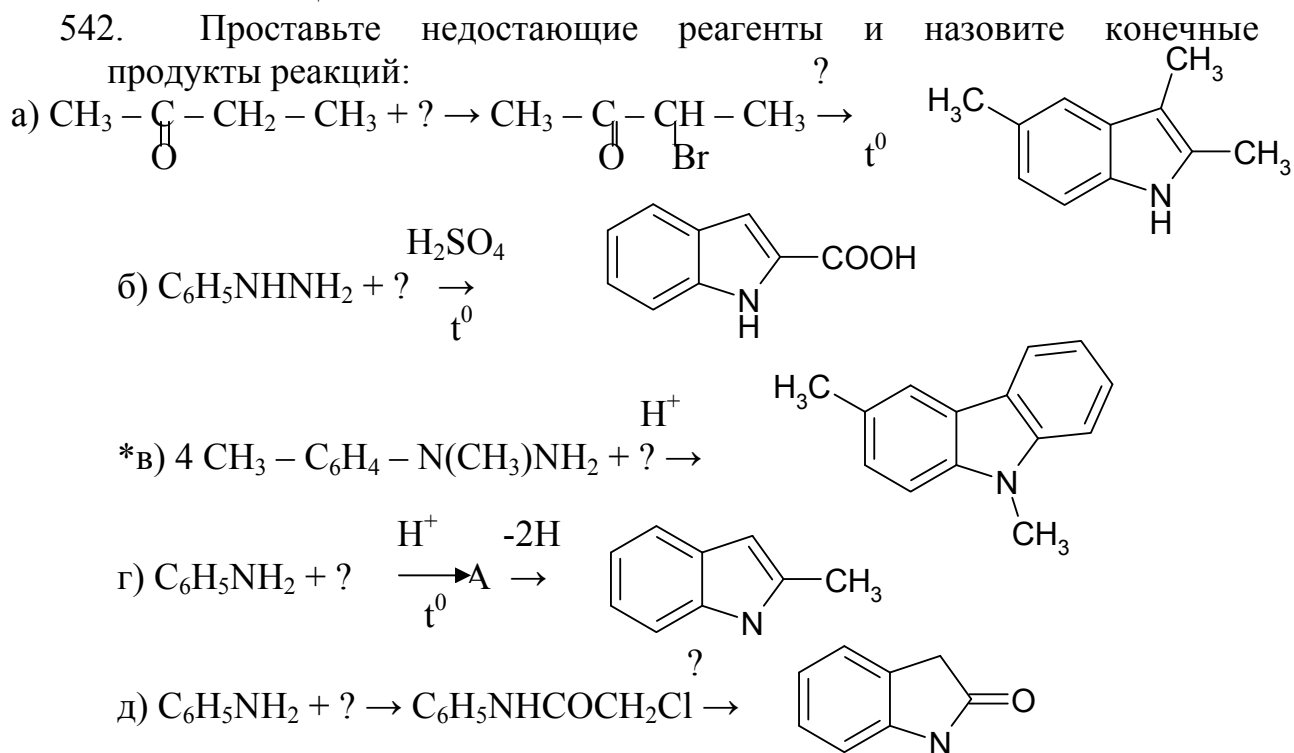
538. Пойдет ли *перегруппировка Фишера* для следующих структур (если да, то напишите продукты реакции):



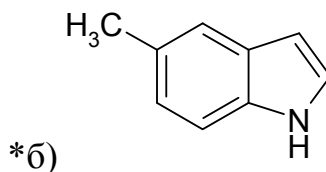
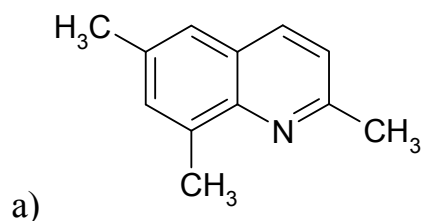
539. Предложите схему синтеза 2-метил-5-метоксииндола по *методу Фишера*.

540. Предложите схему синтеза 2,5-диметилиндола по *методу Фишера*.

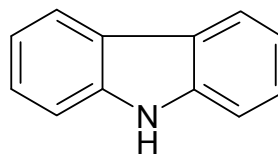
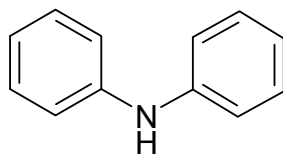
541. * При нагревании ацетальдегида с аммиаком (по А. Е. Чичибабину, 250° , с добавкой $\text{CH}_3\text{COONH}_4$) образуется азотистое соединение А, состава $\text{C}_8\text{H}_{11}\text{N}$, при мягком окислении которого получается 5-этилпиколиновая кислота. Напишите схему реакций и назовите вещество А.



543. Предложите путь синтеза следующих веществ:



544. Какое из соединений должно быть более сильной кислотой? Почему?



545. Расположите в ряд по возрастанию основности пиридин, α -пиколин и β -пиколин.
546. Укажите в какое положение идет электрофильное замещение для следующих гетероциклов:
- а) индол;
 - б) пиридин;
 - *в) хинолин?
547. Осуществите следующее превращение:
индол + $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O} \rightarrow$

Лабораторная работа №1 «Углеводороды» Практическая часть

Опыт №1. Получение метана и его свойства.

Реактивы: ацетат натрия, натронная известь, бромная вода, раствор перманганата калия.

Оборудование: пробирка с газоотводной трубкой, штатив, лапка штатива, горелка, пробиркодержатель.

В пробирку с газоотводной трубкой помещают смесь, состоящую из одной части обезвоженного тонкоизмельченного ацетата натрия и двух частей натронной извести (NaOH и CaO). Общий объем смеси 1-2 см (около $1/3$ по высоте пробирки). Закрепляют пробирку в штативе в горизонтальном положении, нагревают ее в пламени горелки.

Поджигают метан у выхода газоотводной трубки через 2 минуты после выделения газа, т.е. после того, как улетучится гремучая смесь (смесь взрывоопасна!). Обращают внимание, что метан горит светящимся пламенем.

Выделяющийся метан пропускают последовательно через растворы бромной воды и перманганат калия KMnO_4 .

Изменяется ли окраска растворов? Почему?

Опыт №2. Получение этилена и изучение его свойств.

Реактивы: этанол, серная кислота, песок, бромная вода, раствор перманганата калия.

Оборудование: коническая колба на 50 мл с газоотводной трубкой, пробирки, горелка, пробиркодержатель.

В коническую колбу с газоотводной трубкой помещают 4-5 мл смеси этанола и серной кислоты (1:5) и добавляют немного «кипелок» для равномерного кипения. Нагревают колбу со смесью в пламени сухого

горючего. Выделяющийся газ пропускают последовательно через растворы бромной воды и перманганат калия KMnO_4 , не прекращая нагревания.

Изменяется ли окраска растворов? Почему?

После пропускания этилена через бромную воду и раствор перманганата калия этилен можно поджечь у конца газоотводной трубки. Он горит несветящимся пламенем.

Опыт №3. Получение ацетилена и изучение его свойств.

Реактивы: карбид кальция, бромная вода, раствор перманганата калия.

Оборудование: пробирка с газоотводной трубкой, пробирки.

В сухую пробирку помещают кусочек карбида кальция и приливают воду, быстро закрывают пробирку пробкой с газоотводной трубкой и выделяющийся газ пропускают последовательно в пробирки с бромной водой, раствором перманганата калия KMnO_4 .

Как изменяется окраска растворов? Почему?

Поджигают газ у конца отводной трубки. Ацетилен горит коптящим пламенем.

Опыт №4. Бромирование толуола.

Реактивы: толуол, бромная вода, бром, железные опилки.

Оборудование: пробирки, пипетки.

В две пробирки с 2 мл толуола помещают несколько капель бромной воды, при этом происходит образование двухфазной системы. *Почему?*

В каком слое находится толуол, если его плотность 0,8669 г/мл?

Пробирку встряхивают. *Исчезает ли окраска брома и почему?* В первую пробирку с реакционной смесью прибавляют немного железных опилок и встряхивают.

В каком случае реакция протекает быстрее? Почему? Какую роль играет железо?

Теоретически рассматривают условия бромирования бензола, и условия бромирования толуола в боковой цепи. Объясняют различие в свойствах галогена, стоящего в ядре и в боковой цепи на примере реакции бромбензола и бромистого бензила с AgNO_3 . Почему бром в бензольном ядре малоподвижен?

Опыт №5. Отношение толуола к окислению.

Реактивы: 0,1%-ный раствор перманганата калия, серная кислота (раствор), толуол.

Оборудование: пробирки, пробиркодержатель, пипетки, грелка.

В пробирку наливают 2-3 мл толуола и прибавляют 1 мл 0,1%-ного раствора KMnO_4 и 1-2 капли раствора H_2SO_4 и встряхивают.

Отмечают, исчезает ли окраска раствора KMnO_4 ? Теоретически рассматривают отношение бензола к окислителям.

В отчете пишут наблюдения, уравнения всех проделанных реакций, механизмов и называют полученные вещества. Делают вывод о сходстве и различии свойств алифатических и ароматических углеводородов.

Лабораторная работа №2

«Кислородсодержащие соединения»

Практическая часть

Опыт №1. Получение и гидролиз этилата натрия.

Реактивы: этанол, металлический натрий, 1%-ный раствор фенолфталеина.

Оборудование: пробирка, пинцет, пипетки.

В пробирку наливают 1-2 мл этанола и помещают небольшой кусочек металлического натрия с предварительно обрезанными корками и просушенного между листами фильтровальной бумаги. *Что при этом происходит?*

После прекращения реакции добавляют 2 мл воды осадок и добавляют в пробирку 1-2 капли раствора фенолфталеина. *Наблюдается ли изменение окраски раствора и почему?* Определяют значение pH с помощью универсальной индикаторной бумаги.

Какие свойства проявляют спирты?

Опыт №2. Взаимодействие фенола с бромом.

Реактивы: 2%-ный водный раствор фенола, бромная вода.

Оборудование: пробирки с пробками, пипетки.

В пробирку наливают 2 мл 2%-го водного раствора фенола и 4-5 мл бромной воды. Что при этом наблюдается?

К какому типу относится данная реакция? Ориентантом какого рода является гидроксильная группа в феноле?

Опыт №3. Качественная реакция на ацетон.

Реактивы: 1%-ный раствор иода в 10%-ом растворе иодистого калия, 1%-ный раствор NaOH, ацетон, 5%-ный раствор нитропруссиды натрия.

Оборудование: пробирки, пипетки.

Наливают в пробирку 1 мл раствора иода в иодистом калии и 2 мл 1%-ного раствора NaOH. К обесцвеченному раствору иодноватистокислого натрия (NaIO) добавляют 1 мл водного раствора ацетона. Выпадает желтовато-белый осадок с характерным запахом иодоформа (CHI_3).

Напишите иодоформную реакцию.

В пробирку налить 1 мл ацетона и столько же воды и добавить 3 капли раствора нитропруссиды натрия и 3 капли 10%-ного раствора NaOH. Появляется оранжево-красное окрашивание.

Опыт №4. Получение фенилгидразона формальдегида.

Реактивы: раствор фенилгидразина солянокислого, 10%-ный раствор формальдегида.

Оборудование: пробирки, пипетки.

В пробирку наливают 1 мл раствора фенилгидразина солянокислого и добавляют 1-3 капли 10%-го раствора формальдегида. Что при этом происходит?

Опыт №5. Получение уксусноизоамилового эфира.

Реактивы: конц. уксусная кислота, конц. серная кислота, изоамиловый спирт.

Оборудование: пробирки, пипетки, стеклянная палочка, водяная баня, пробиркодержатель, стаканчик со льдом.

Работать под тягой! В пробирку наливают 2 мл лед. уксусной кислоты, 2 мл изоамилового спирта и 1 мл конц. серной кислоты. Содержимое пробирки перемешивают палочкой и помещают на несколько минут в водяную баню при температуре, близкой к кипению. Затем содержимое пробирки выливают в стакан с холодной водой. изоамилацетат, всплывающий на поверхность воды, обладает характерным приятным запахом грушевой эссенции.

Опыт № 6. Взаимодействие кислородсодержащих соединений с гидроксидом меди (II).

Реактивы: 3% -ный раствор сульфата меди, 10%-ный раствор гидроксида натрия, глицерин, 10%-ный раствор формальдегида, 15%-ый раствор винной кислоты, 5%-ый раствор гидроксида калия, 0,5%-ый раствор D-глюкозы

Оборудование: пробирка с резиновой пробкой, пипетки, стеклянная палочка, пробиркодержатель, горелка.

6.1. Получение глицерата меди.

В пробирку налить 0,5 мл 3%-го раствора сульфата меди и добавить 1 мл 10%-го раствора щелочи. Какого цвета образовавшийся осадок? К полученной смеси добавить каплю глицерина и взболтать до растворения осадка. Написать уравнения соответствующих реакций.

6.2. Взаимодействие формальдегида с гидроксидом меди.

В пробирку налить немного 10%-го раствора формальдегида, 3-4 мл 10%-го свежеприготовленного раствора NaOH и добавить по каплям 2%-ный раствор сульфата меди до образования мути. Смесь нагреть до образования желтого осадка, переходящего в красный. Формальдегид, в отличие от других альдегидов, восстанавливает оксиды меди (I и II) до металлической меди. Написать уравнения соответствующих реакций

6.3. Свойства D-глюкозы.

А) Доказательство наличия гидроксильных групп в D-глюкозе

В пробирку поместите 1 мл 0,5%-го раствора D-глюкозы и 6 мл 10%-го гидроксида натрия. К полученной смеси добавьте 1 мл 2%-го раствора сульфата меди (II). Образующийся осадок гидроксида меди (II) быстро растворяется и получается прозрачный раствор синего цвета. Полученный прозрачный раствор сохраните для следующего опыта. Написать уравнения соответствующих реакций

Б) Проба Троммера

К полученному в предыдущем опыте синему раствору добавьте несколько капель воды до высоты слоя жидкости в пробирке 18-20 мм. Нагрейте ее над пламенем горелки, держа пробирку наклонно так, чтобы нагревалась только верхняя часть раствора, а нижняя оставалась для контроля (без нагревания). Нагрейте только до начала кипения, но не кипятите. При нагревании цвет верхней части раствора изменяется от синего до желто-красного. Написать уравнения соответствующих реакций.

Эта реакция используется для открытия глюкозы в моче.

Опыт № 7. Окисление кислородсодержащих соединений перманганатом калия

Реактивы: этанол, щелочной раствор перманганата калия, муравьиная кислота, конц. уксусная кислота, конц. серная кислота, раствор KMnO_4 , известковая вода, щавелевая кислота.

Оборудование: пробирки, газоотводные трубки, пипетки, пробиркодержатель, горелка.

7.1. Окисление этанола перманганатом калия.

В пробирку налить 2 мл этанола и прибавить 1 мл щелочного раствора перманганата калия. Приготовленную смесь слегка! подогреть. Как изменится окраска раствора KMnO_4 ? Обратите внимание на запах уксусного альдегида (запах прелого яблока). Написать уравнения соответствующих реакций.

7.2. Отношение карбоновых кислот к действию окислителей.

А) *Отношение муравьиной кислоты к действию окислителей.* В пробирку налить 1-2 мл муравьиной кислоты, добавить 1 мл H_2SO_4 (1:5), 1-2 мл раствора KMnO_4 . Пробирку закрыть пробкой с газоотводной трубкой, конец которой опустить в пробирку с известковой водой. Смесь в пробирке нагреть. Что наблюдается? Почему муравьиная кислота окисляется?

Б) *Отношение уксусной кислоты к действию окислителей.* В пробирку налить 0,5 мл конц. уксусной кислоты, 2 мл 5%-ного раствора H_2SO_4 и 3-4 мл 1%-ного раствора KMnO_4 . Содержимое пробирки взболтать. Происходит ли изменение окраски раствора? Сделать вывод об отношении уксусной кислоты к действию окислителей.

В) *Окисление щавелевой кислоты. Работа под тягой!* В пробирку налить 1 мл 10%-ного раствора H_2SO_4 и 3 мл 5%-ного раствора KMnO_4 и 1 мл насыщенного раствора щавелевой кислоты. Пробирку соединить с газоотводной трубкой, конец которой опустить в пробирку с известковой водой. Реакционную смесь осторожно нагреть. Как изменяется окраска реакционной смеси и что происходит в пробирке с известковой водой?

В отчете написать наблюдения, уравнения всех проделанных реакций, их механизмов и дать названия веществам. Сделать выводы.

Лабораторная работа №3 **«Азотосодержащие органические соединения»**

Опыт №1. Образование солей анилина.

Реактивы: анилин, конц. соляная кислота, конц. серная кислота, раствор нитрита натрия.

Оборудование: пробирки, пипетки, резиновые пробки.

А) В пробирку с 5 мл воды добавляют несколько капель анилина и взбалтывают. *Что наблюдается?* Добавляют в пробирку несколько капель конц. HCl. *Записывают уравнение реакции.*

Далее к полученному солянокислому анилину добавляют раствор нитрита натрия. *Что при этом происходит?*

Б) В пробирке смешивают 1 мл анилина и 0,5 мл разбавленной серной кислоты. *Что наблюдается?*

Опыт №2. Бромирование анилина.

Реактивы: анилин, бромная вода.

Оборудование: пробирки, пипетки, резиновые пробки.

В пробирку наливают 3 мл воды, добавляют 0,5 мл анилина и встряхивают. Затем приливают 0,5 мл бромной воды. *Что наблюдается?*

Опыт №3. Получение азосоединений.

Реактивы: 10%-ный раствор NaOH, фенол, анилин, конц. соляная кислота, диметиланилин, 10%-ный раствор HCl, раствор ацетата натрия.

Оборудование: пробирки, пипетки, резиновые пробки.

А) *Получение красителя анилинового оранжевого.* В пробирке с 2 мл 10%-ного раствора NaOH растворяют 0,1 г фенола. Затем приливают примерно равный объем соли диазония (опыт 1А). В пробирке немедленно появляется интенсивное окрашивание.

Б) *Получение красителя анилинового желтого.* В пробирку помещают 4 капли диметиланилина, 2 мл воды и для растворения добавляют по каплям при встряхивании 10%-ный раствор HCl. Смесь охлаждают и добавляют в нее 3 мл раствора хлористого фенилдиазония (опыт 3А), а затем 2 мл насыщенного раствора ацетата натрия (его добавляют для связывания соляной кислоты, т.к. реакция азосочетания в сильнокислой среде не идет). Смесь взбалтывают. *Что наблюдается?*

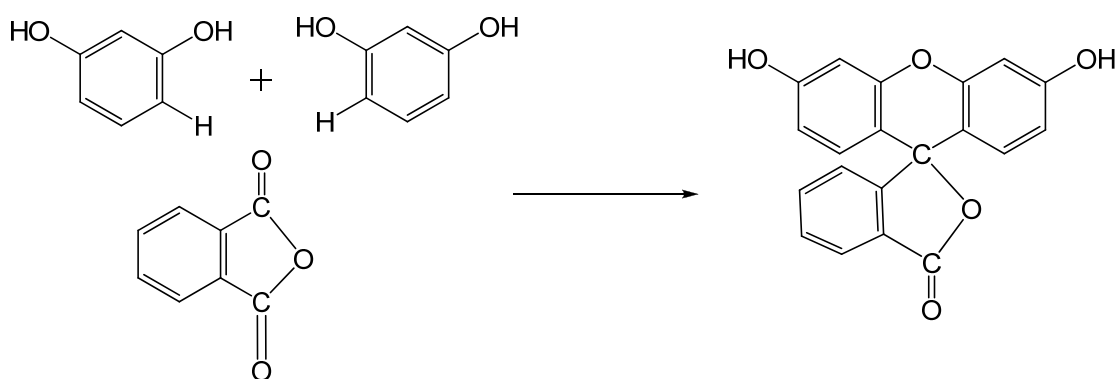
Опыт №4. Получение фенолфталеина.

Реактивы: фталевый ангидрид, фенол, конц. серная кислота, этанол, раствор щелочи.

Оборудование: пробирки, пипетки, резиновые пробки.

В пробирку помещают 1 г фталевого ангидрида, 1 г фенола и добавляют 2 капли конц. H_2SO_4 . Смесь нагревают в течение нескольких минут. Затем охлаждают и прибавляют к ней 2 мл этанола. Несколько капель полученного фенолфталеина наливают в другую пробирку с раствором щелочи. *Что наблюдается?* Раствор подкисляют. *Что наблюдается?*

Опыт №5. Получение флуоресцеина.



Реактивы: фталевый ангидрид, резорцин, конц. серная кислота, этанол, водный раствор аммиака.

Оборудование: пробирки, пипетки, резиновые пробки.

В пробирку помещают 0,5 г фталевого ангидрида, 0,5 г резорцина и несколько капель серной кислоты. Смесь расплавляют в пробирке до получения темно-красного сплава. После охлаждения сплав растворяют в небольшом количестве спирта. Спиртовой раствор флуоресцеина выливают в колбочку с водным раствором аммиака. *Что наблюдается? Какой цвет имеет полученная жидкость в проходящем и отраженном свете?*

В отчете пишут наблюдения, уравнения всех проделанных реакций и называют веществам. Делают выводы.

Лабораторная работа №4 «Гетероциклические соединения» Практическая часть

Опыт №1. Образование солей пиридина.

Реактивы: водный раствор пиридина (опыт №1), 2%-е растворы хлорида железа (III) и сульфата меди (II). Насыщенный раствор пикриновой кислоты.

Оборудование: пробирки, пипетки.

В две пробирки наливают по 1 мл 2%-ых растворов хлорида железа (III) и сульфата меди (II) и добавляют по 1-2 капли раствора пиридина, полученного в предыдущем опыте. *Что при этом происходит?*

Ко второй пробирке добавляют избыток гидроксида меди (II). *Что наблюдается?*

К 1 мл насыщенного раствора пикриновой кислоты приливают 5-10 капель раствора пиридина и встряхивают. *Что при этом наблюдается?* Данная реакция используется для обнаружения пиридина.

Опыт №2. Отношение пиридина к окислителям.

Реактивы: пиридин, 1% раствор перманганата калия, 1% раствор гидрокарбоната натрия (NaHCO_3).

Оборудование: пробирки, пипетки, резиновые пробки, электрическая плитка.

В пробирку помещают по одной капле раствора пиридина, 1%-ного раствора перманганата калия, 1% -ного раствора гидрокарбоната натрия. Содержимое пробирки встряхивают и нагревают в течение 2 минут. *Изменяется ли цвет раствора?*

Опыт №3. Основные свойства хинолина.

Реактивы: хинолин, конц. соляная кислота, 10% раствор NaOH.

Оборудование: пробирки, пипетки, резиновые пробки.

В пробирку помещают 2 капли хинолина, 3 капли воды и по каплям до полного растворения хинолина, приливают 3-4 капли конц. соляной кислоты. К солянокислому раствору хинолина добавляют 4 капли 10% -ного раствора NaOH. *Объясняют выделение тяжелой капли свободного хинолина.*

Опыт №4. Качественная реакция на фурфурол.

Реактивы: анилин, уксусная кислота, фурфурол.

Оборудование: часовое стекло, пипетки, фильтровальная бумага.

На два часовых стекла наносят по капле анилина и смешивают ее с одной каплей уксусной кислоты. На первое стекло наносят каплю фурфурола – эталона; на второе – фурфурол, полученный в опыте №5.

Описывают свои наблюдения и делают вывод. Почему полученный фурфурол прозрачный и бесцветный, а реактив фурфурола имеет коричневый цвет?

Опыт №5. Окисление фурфурола.

Реактивы: фурфурол, аммиачный раствор оксида серебра.

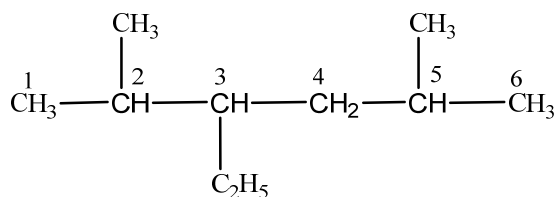
Оборудование: часовое стекло, пипетки.

На два часовых стекла наносят по капле аммиачного раствора оксида серебра. На первое стекло наносят каплю фурфурола – эталона; на второе – фурфурол, полученный в опыте №5. Наблюдают появление черного пятна свободного серебра.

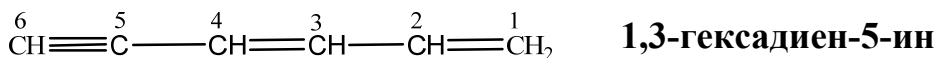
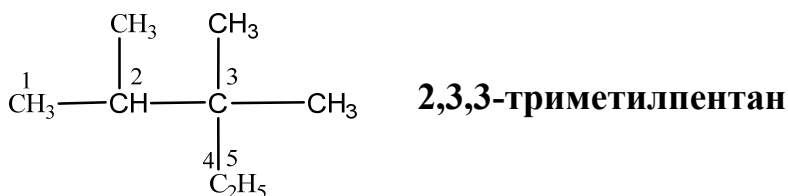
В отчете пишут наблюдения, уравнения всех проделанных реакций и называют веществам. Делают выводы.

Примеры решения задач к разделу «Углеводороды»

- 1) Для того, чтобы назвать органическое соединение по систематической номенклатуре ИЮПАК, нужно:
 1. Выбрать родоначальную структуру;
 2. Выявить *все* имеющиеся в соединении функциональные группы;
 3. Установить, какая группа является старшей; название этой группы отражается в названии соединения в виде *суффикса* и его ставят в конце названия соединения; все остальные группы дают в названии в виде *префиксов* (приставок);
 4. Обозначить ненасыщенность соответствующим суффиксом (**-ен** или **-ин**), а также префиксом (**дегидро-**, **тетрагидро-** и др.);
 5. Пронумеровать главную цепь, придавая старшей группе *наименьший* из номеров;
 6. Перечислить префиксы (приставки) в алфавитном порядке (при этом умножающие префиксы **ди-**, **три-** и т.д. не учитываются);
 7. Составить полное название соединения;
- Пример:



Данное соединение является алифатическим углеводородом, атомы углерода в котором соединены одной связью – это алкан. Т.к. в алканах нет функциональных групп, необходимо выбрать самую длинную углеродную цепочку, чтобы заместители имели наименьший номер. Поэтому нумерация идет слева на права. Теперь необходимо перечислить заместители в алфавитном порядке, присваивая им номер атома углерода, с которым они связаны: **2,5-диметил-3-этилгексан**.

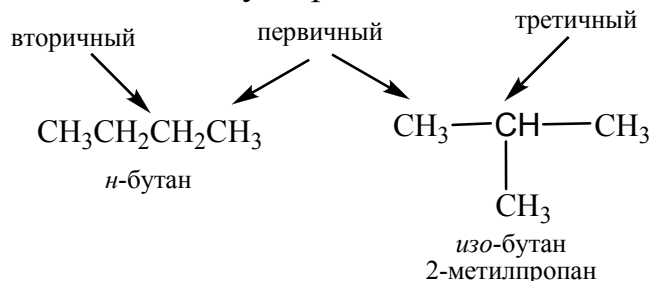


- 2) **Изомерия** – это явление существования веществ с одинаковой молекулярной формулой, имеющие различное строение и вследствие

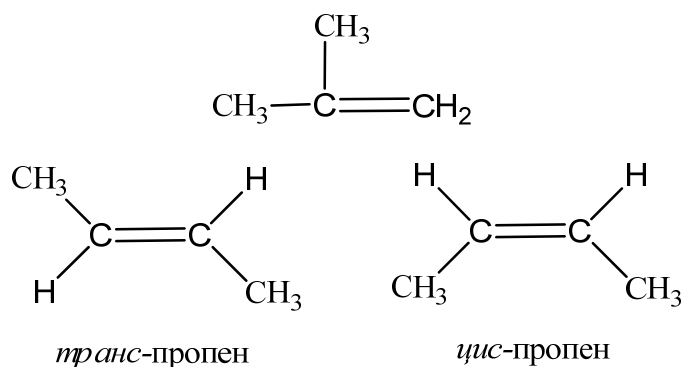
этого различные физические и химические свойства. Такие вещества называются изомерами. Различают несколько видов изомерии: изомерия углеродного скелета, геометрическая изомерия (*цис*-, *транс*-изомеры).

Понятие **первичный**, **вторичный** и т.д. атом углерода связано с количеством связей с другими атомами углерода.

а) Напишите возможные изомеры бутана, укажите первичные, вторичные и третичные атомы углерода.

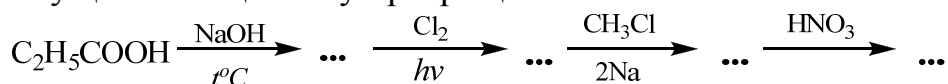


б) Напишите геометрические изомеры метилпропена:

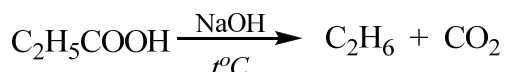


Геометрический изомер, у которого старшие заместители находятся по одну сторону двойной связи, называется *цис*-изомер, если старшие заместители находятся по разные стороны двойной связи – *транс*-изомер.

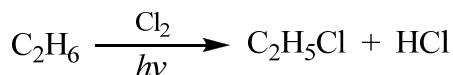
3) Осуществите цепочку превращений:



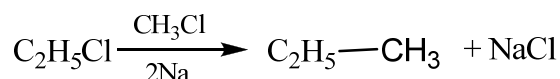
Под действием гидроксида натрия происходит декарбоксилирование пропионовой кислоты с образованием этана:



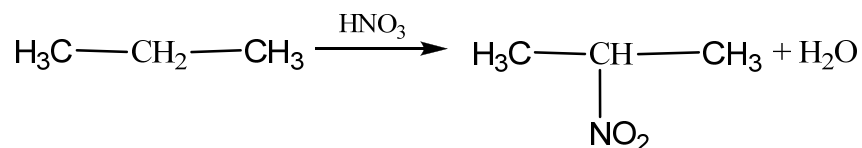
Образующийся этан вступает в реакцию замещения с хлором, в результате которой образуется хлорэтан:



Под действием натрия хлорэтан вступает с хлорметаном в реакцию Вюрца:

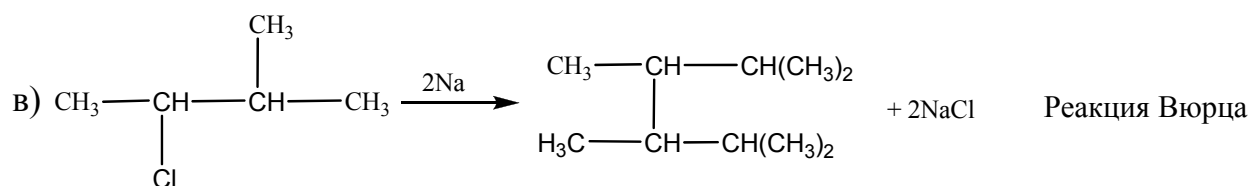
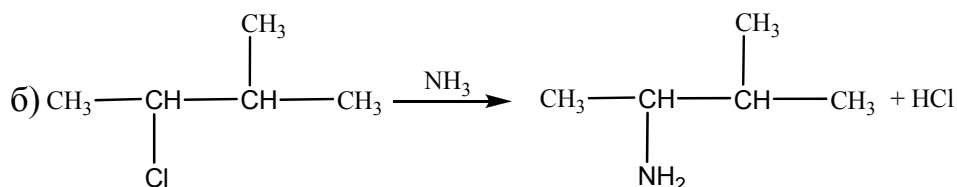
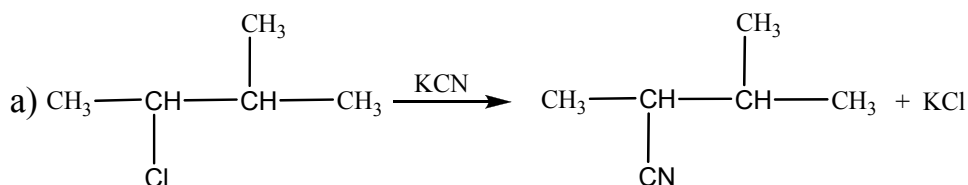


На последней стадии происходит нитрование образующегося пропана. Т.к. реакция нитрования алканов происходит по радикальному механизму, то нужно учитывать, что наиболее устойчивым алкильным радикалом является самый разветвленный. Т.о. в пропане будет замещаться водород у вторичного атома углерода на нитрогруппу с образованием 2-нитропропана:

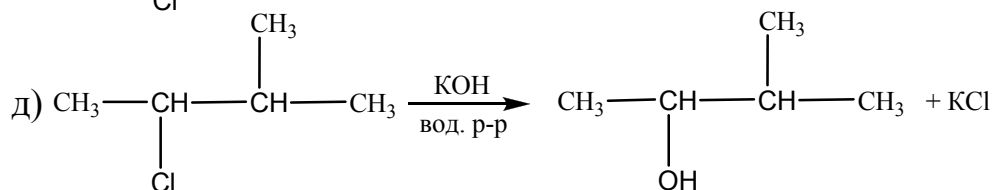
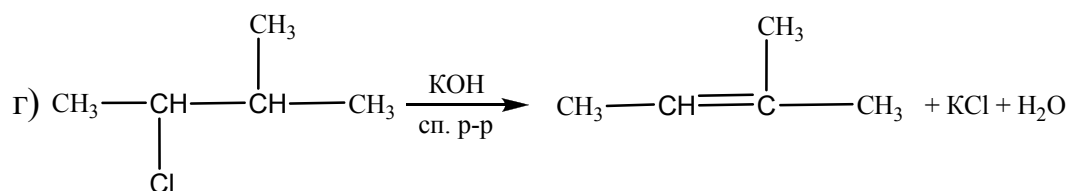


4) Напишите для 2-хлор-3-метил-бутана реакции со следующими веществами:

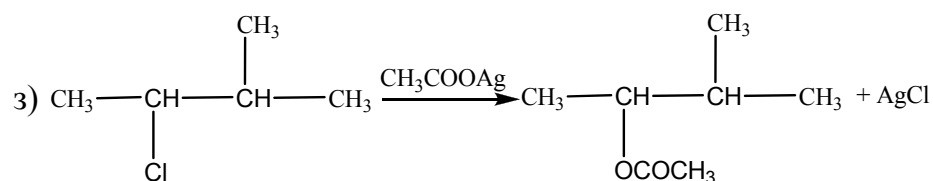
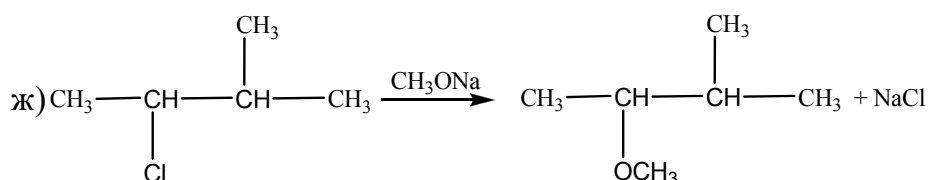
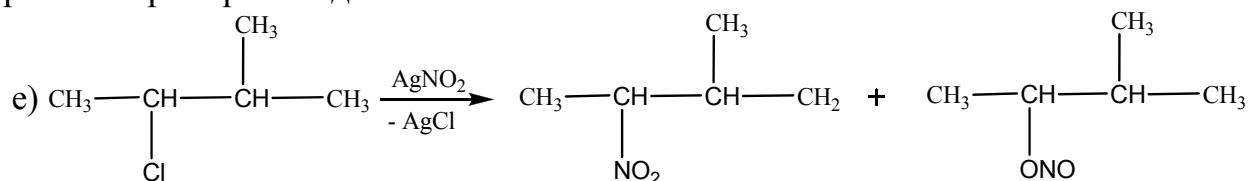
- | | |
|---------------------------|------------------------|
| а) цианистый калий; | д) водный раствор KOH; |
| б) аммиак; | е) нитрит серебра; |
| в) металлический натрий; | ж) метилат натрия; |
| г) спиртовой раствор KOH; | з) ацетат серебра; |



Под действием спиртового раствора гидроксида калия в галогеналканах происходит замена галогена на гидроксильную группу с образованием спирта, под действием спиртового раствора гидроксида калия – отщепление гидрогалогенида с образованием алкена. Согласно правилу Зайцева отщепление водорода происходит от наиболее замещенного углерода:

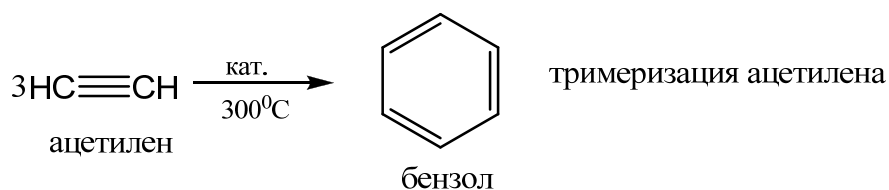


Реакция галогеналканов с нитритом серебра приводит к образованию нитро- и нитритпроизводным алканов:

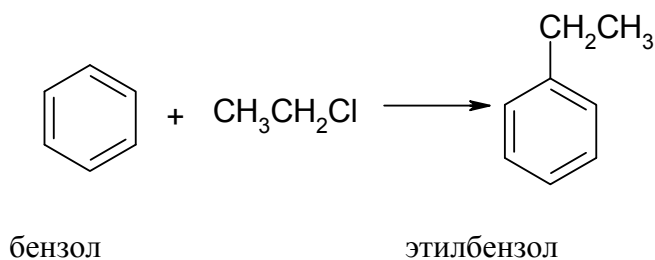


5) Получите из ацетилена *o*-хлорбензойную кислоту. Напишите уравнения соответствующих реакций и назовите полученные соединения.

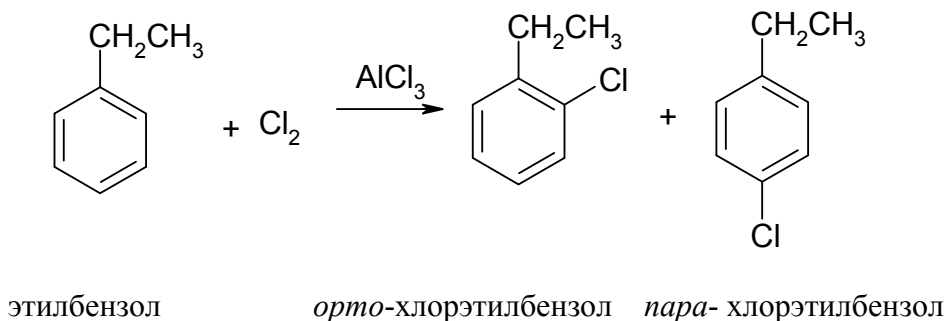
1. Синтез бензола:



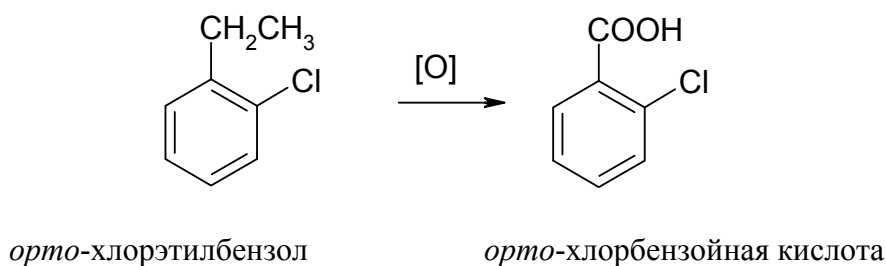
2. Алкилирование бензола этилхлористым (метилхлористым или любым другим алкилгалогенидом):



3. Хлорирование этилбензола в присутствии катализатора AlCl_3 . В результате реакции получаются два продукта *орто*-хлорэтилбензол и *пара*-хлорэтилбензол, так как CH_3CH_2 - (и любая другая алкильная группа) является *орто*-, *пара*-ориентантом (ориентантом 1 рода).

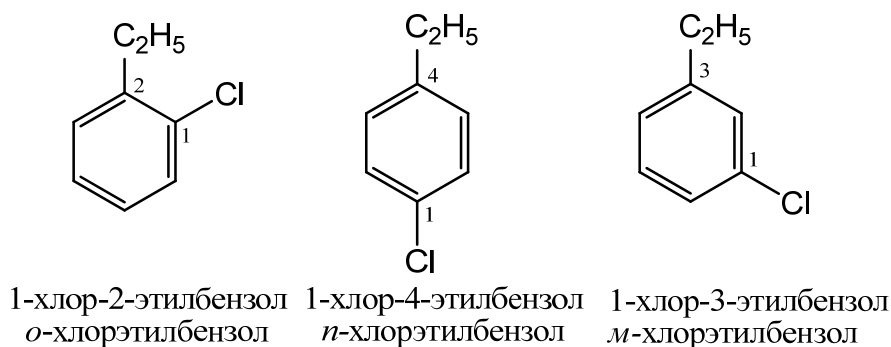


4. Окисление *орто*-хлорэтилбензола, которое осуществляется под действием $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (или KMnO_4) в присутствии H_2SO_4 . В результате окисления образуется *орто*-хлорбензойная кислота.



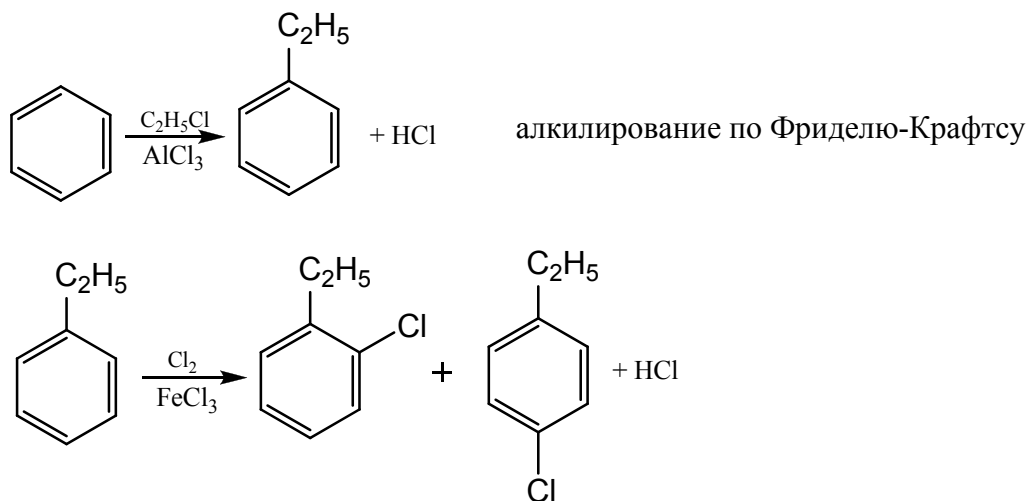
6) Получите из бензола все изомерные хлорэтилбензолы.

Для производных бензола характерна изомерия, связанная с различным положением заместителей в бензольном кольце. Т.о. для хлорэтилбензола возможно существование трех изомеров:

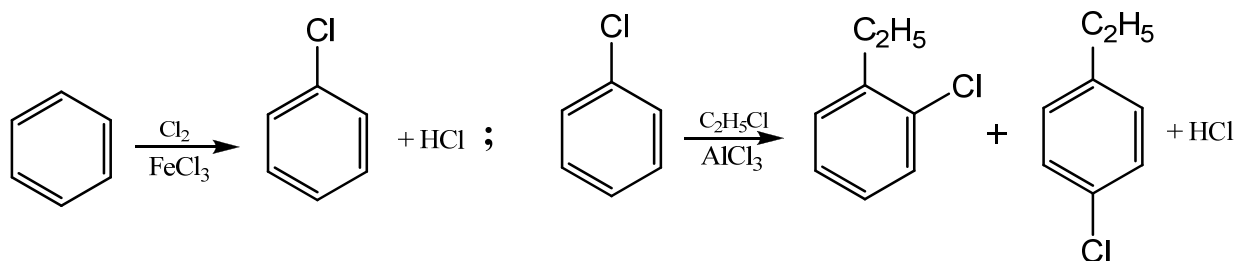


Положение заместителей в бензольном кольце в положениях 1,2 обозначается *орто*- (*о*), 1,3 – *мета*- (*м*), 1,4 – *пара*- (*п*). Для того, чтобы получить из бензола указанные изомеры необходимо учитывать ориентирующее влияние заместителей бензольного кольца. Так, этильная

группа является ориентантом I рода и ориентирует электрофильное замещение в *орто*- и *пара*- положения. Таким образом, *о*- и *п*-этилхлорбензолы можно получить хлорированием этилбензола в присутствии катализатора. Этилбензол из бензола можно получить алкилированием бензола:

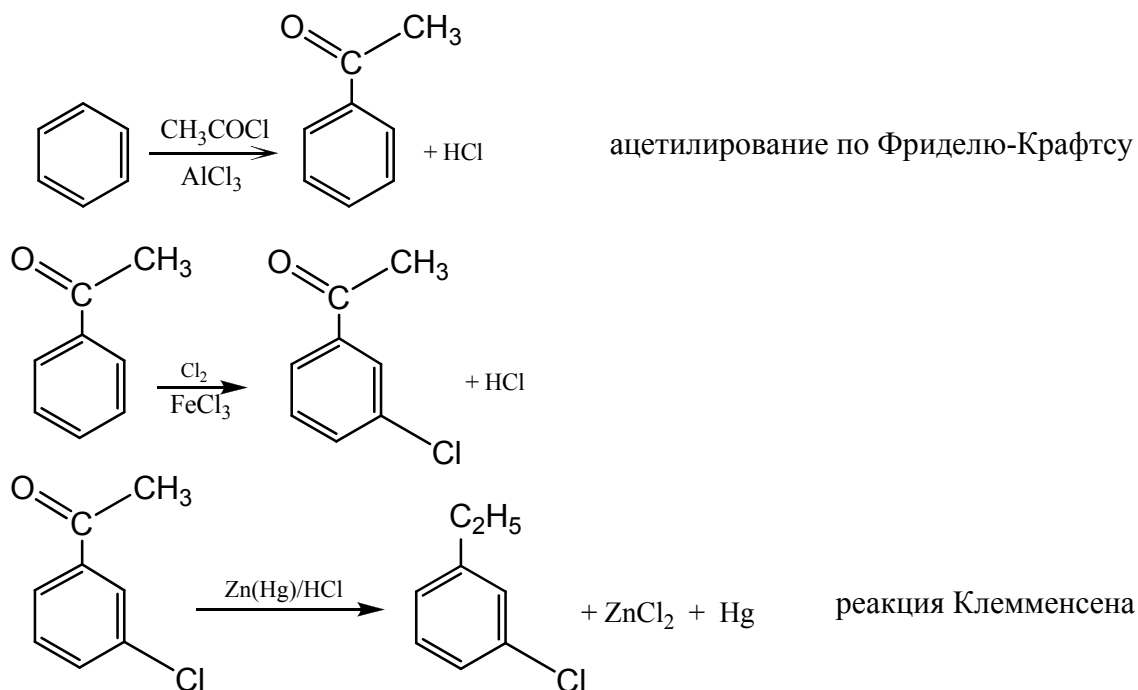


Галогены также являются *о*- и *п*-ориентантами, поэтому этиже производные можно получить алкилированием хлорбензола, который получается при хлорировании бензола:

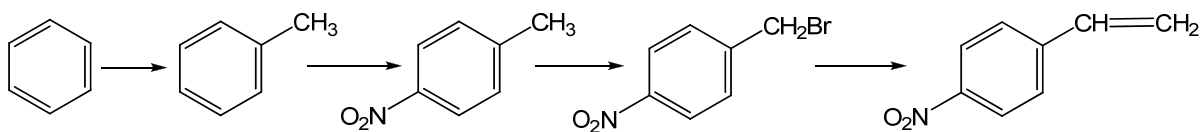


При выборе способа получения *м*-хлорэтилбензола следует исключить хлорирование или алкилирование соответственно этилбензола или хлорбензола, поскольку и хлор, и этильная группа – *орто*, *пара*-ориентанты.

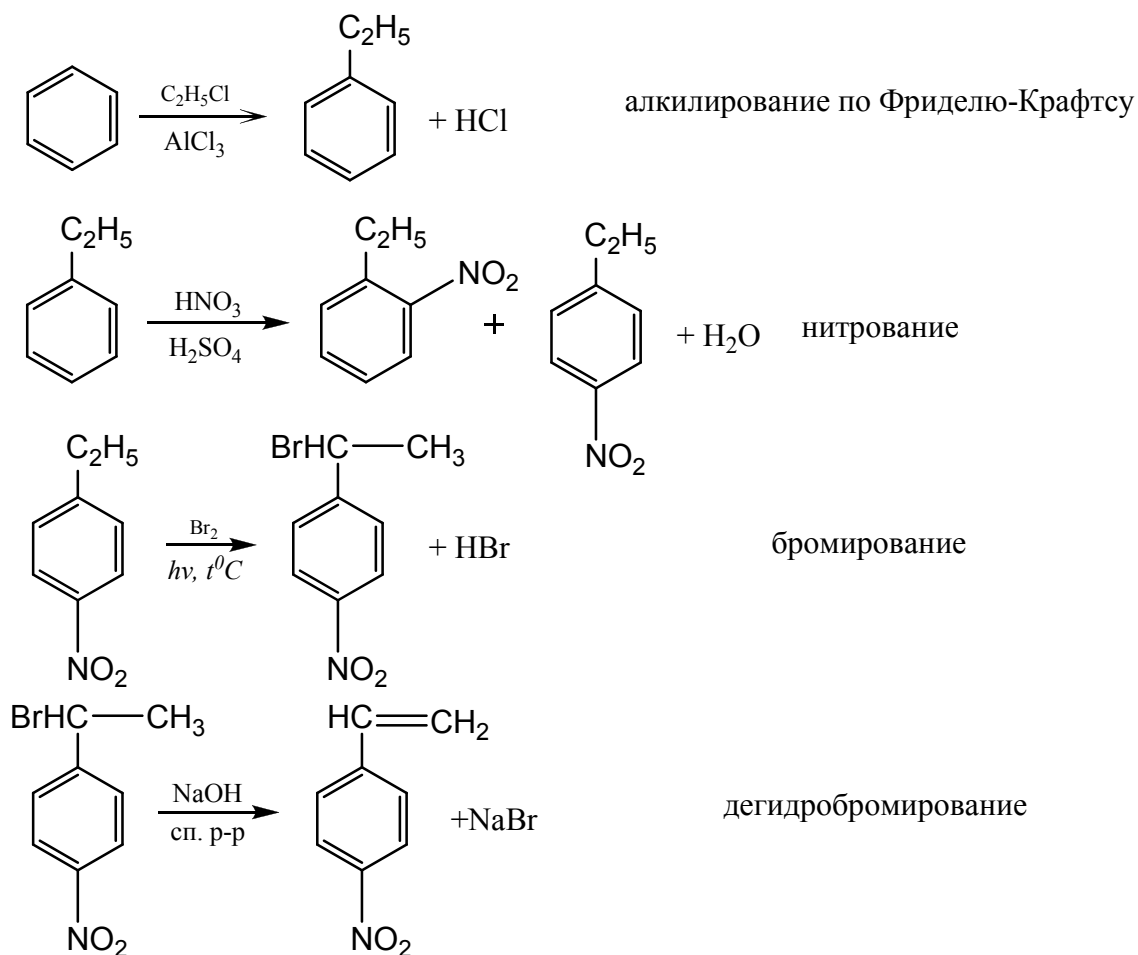
Оптимальной является схема, предполагающая первоначальное ацетилирование бензола, хлорирование полученного ацетофенона, а на завершающей стадии – восстановление карбонила ацетильной группы.



7) Действием каких реагентов и в каких условиях можно осуществить следующие превращения:

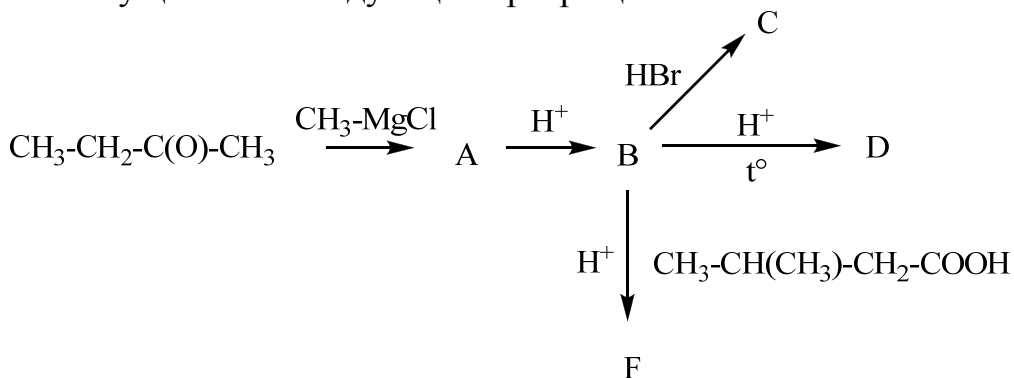


В данном задании необходимо указать условия и реагенты для осуществления представленных реакций:



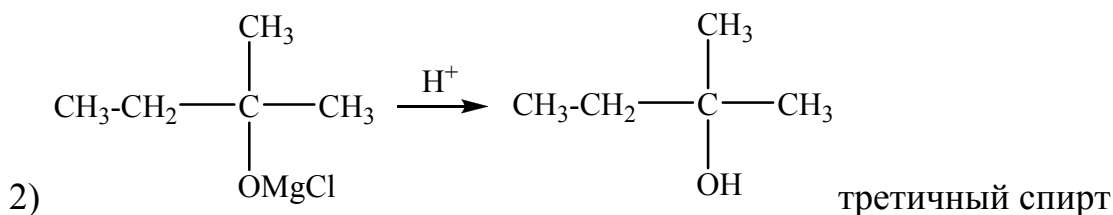
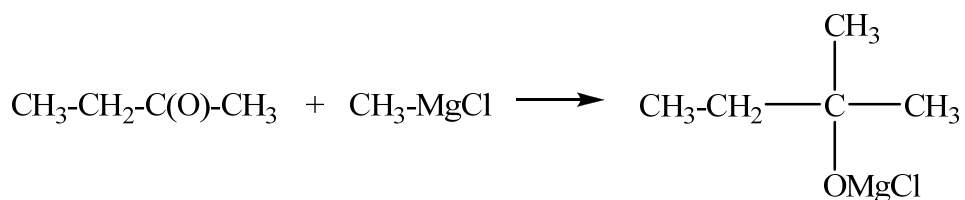
Примеры решения задач к разделу «Спирты, простые эфиры, фенолы»

1. Осуществите следующие превращения:

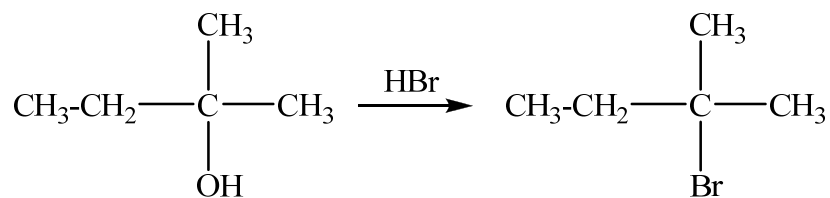


Укажите, какой спирт (первичный, вторичный или третичный) при этом образуется.

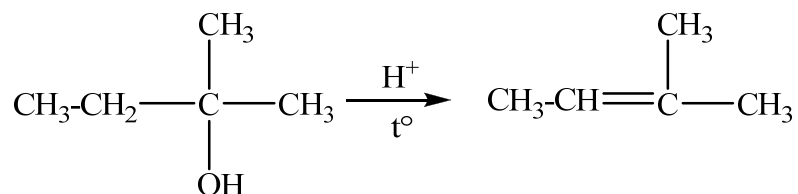
1) Присоединение реагентов Гриньяра к карбонильным соединениям на первой стадии приводит к образованию алкоксидов магния, которые на второй стадии легко гидролизуются до спиртов.



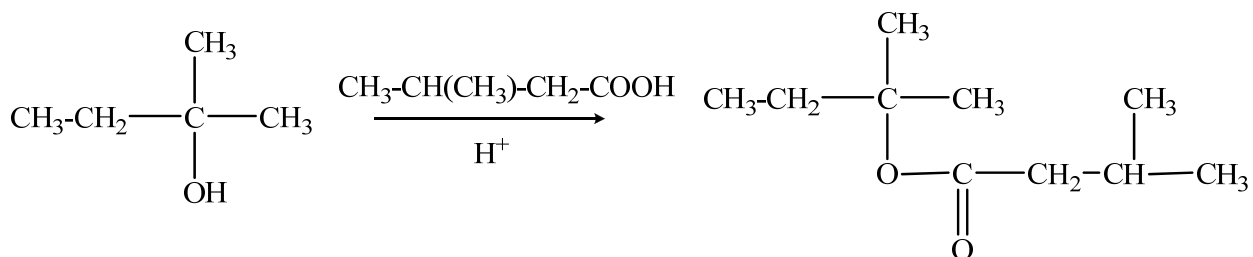
3) Третичные спирты активно реагируют с галогеноводородами уже при комнатной температуре. Продуктом этой реакции является галогеналкан.



4) Дегидратация спиртов протекает под действием сильных минеральных кислот при нагревании с образованием алкенов. Реакция протекает преимущественно по правилу Зайцева с образованием термодинамически более устойчивого алкена.

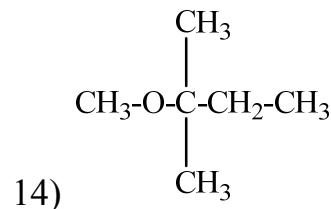
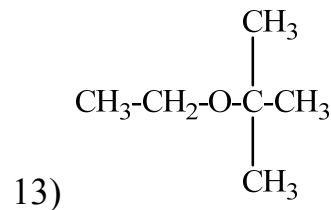
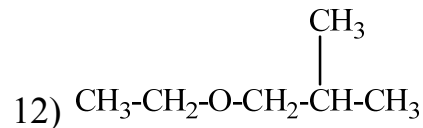
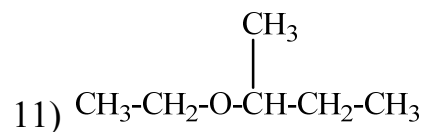
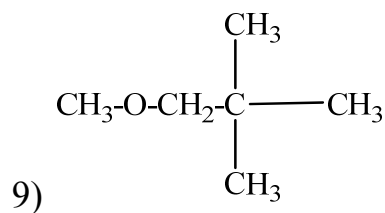
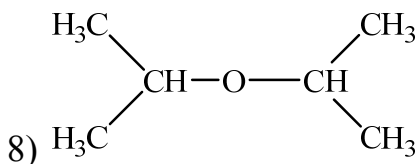
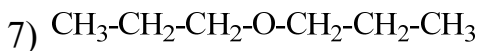
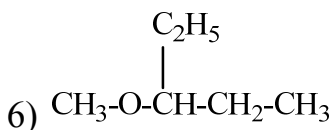
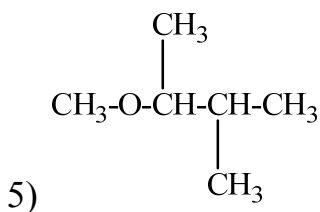
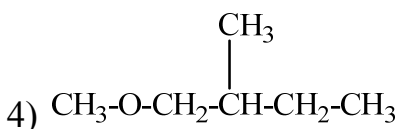
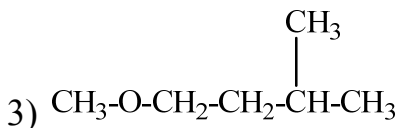
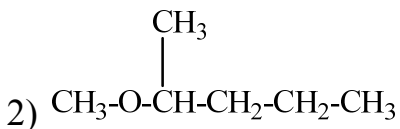


5) Реакция этерификации, катализируемая кислотами



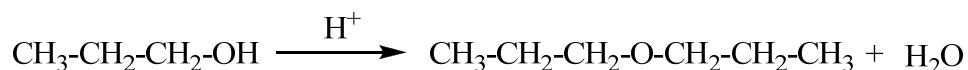
2. Напишите все структурные изомеры простого эфира состава $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}$. Приведите реакции получения одного из изомеров симметричного строения различными способами.

Структурные изомеры простого эфира отличаются только строением углеводородных радикалов.

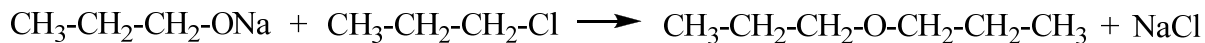


Дипропиловый эфир – один из изомеров симметричного строения. Рассмотрим реакции его получения.

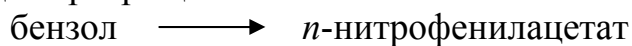
1) Межмолекулярная дегидратация спиртов



2) В лабораторных условиях простые эфиры получают взаимодействием галогенпроизводных с алкоголями металлов.

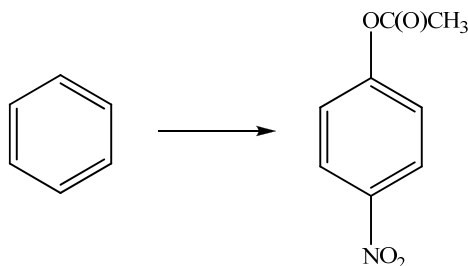


3. Предложите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующее превращение:

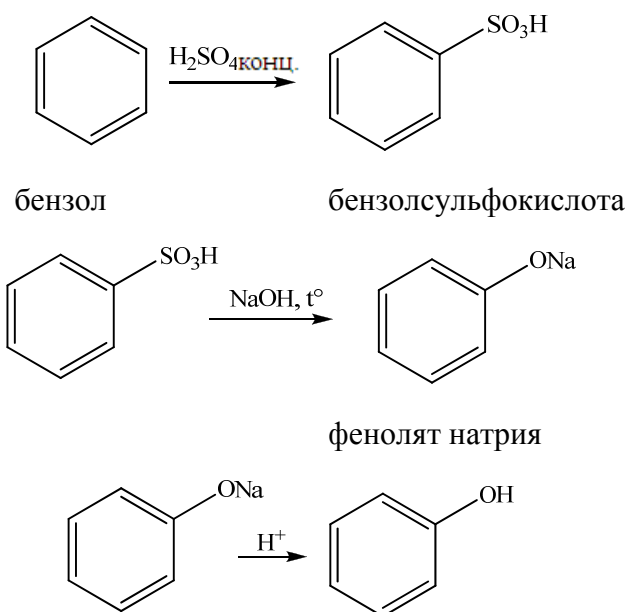


Дайте названия всем промежуточным и конечным соединениям.

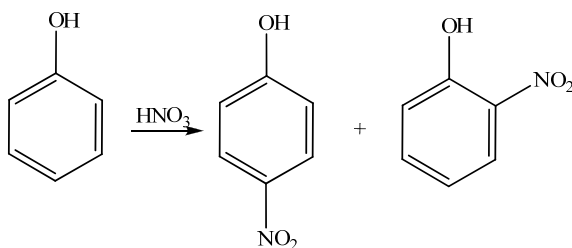
Напишем структурные формулы исходного и конечного веществ.



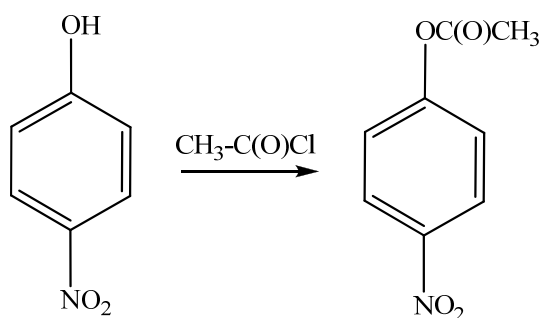
1) Конечное соединение является производным фенола. Одним из способов получения фенолов является реакция щелочного сплавления натриевых солей сульфокислот со щелочью, поэтому сначала проводим реакцию сульфирования бензола.



2) Реакция нитрования – реакция электрофильного замещения в бензольное кольцо. При нитровании фенола разбавленной азотной кислотой при комнатной температуре получают смесь *o*- и *p*-нитрофенолов, которые легко разделяются.



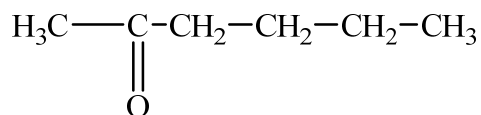
3) Ацилирование *p*-нитрофенола осуществляем хлорангидридом уксусной кислоты с образованием сложного эфира



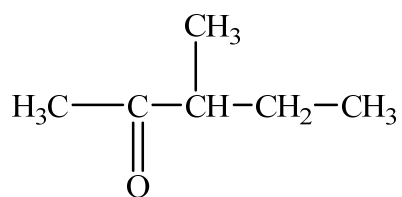
**Примеры решения задач к разделу
«Карбонильные соединения, карбоновые кислоты
и их производные»**

4. Напишите формулы всех структурных изомеров кетона состава $C_6H_{12}O$ и назовите их

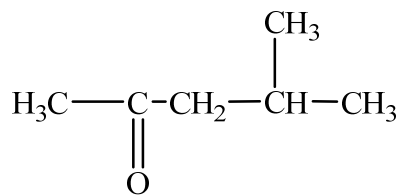
1) метилбутилкетон



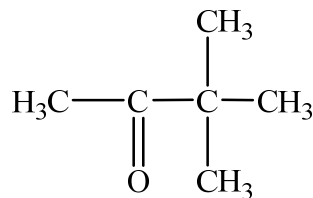
2) 3-метил-2-пентанон



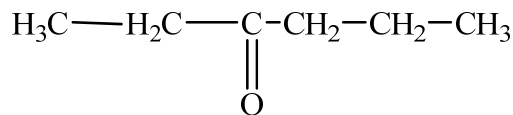
3) 4-метил-2-пентанон



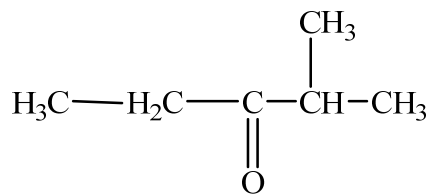
4) метил-*трет*-бутилкетон



5) этилпропилкетон

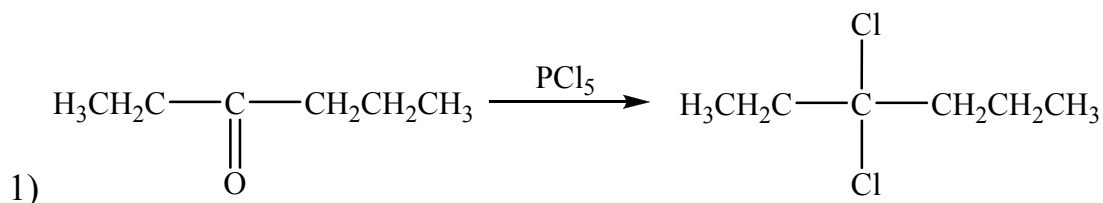


6) этилизопропилкетон

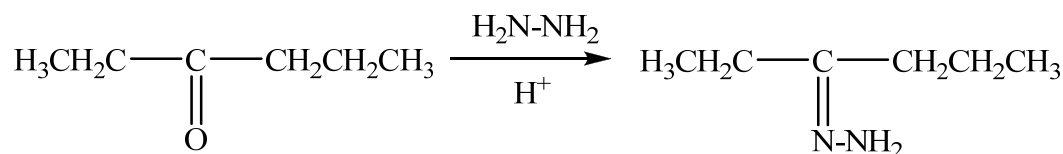


5. Приведите уравнения реакций нуклеофильного присоединения к метилпропилкетону следующих соединений:

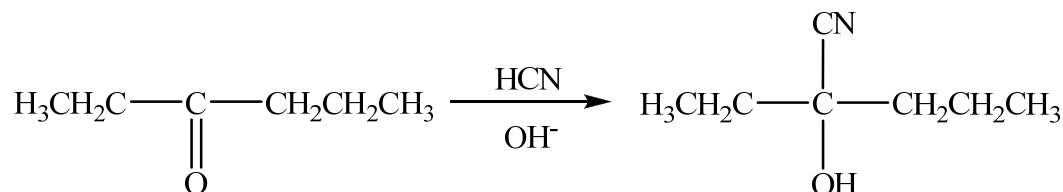
- 1) хлорида фосфора (V);
- 2) гидразина;
- 3) цианистого водорода;
- 4) метилового спирта.



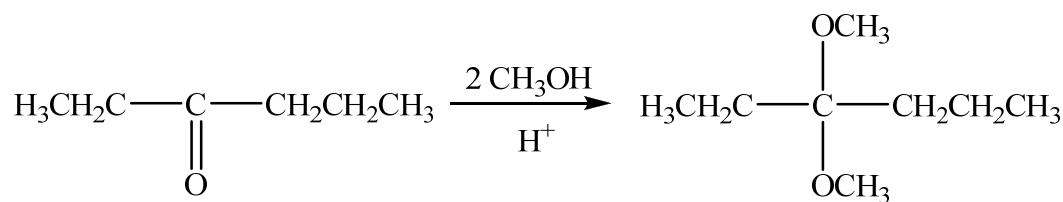
2) Реакция с гидразином протекает по механизму присоединения-отщепления с образованием гидразона



3) Циановодород присоединяется к кетонам в присутствии оснований как катализаторов с образованием циангидринов



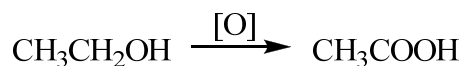
4) Первичные спирты, такие как метиловый, реагируют с кетонами в две стадии: с образованием полукеталей и кеталей. Полукетали – это моноэфиры двухатомных спиртов. Кетали – это диэфиры двухатомных спиртов. Образование кеталей катализируется только кислотами.



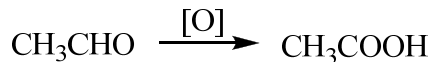
6. Предложите реакции, по которым каждый из реагентов может быть превращен в уксусную кислоту:

- 1) этанол;
- 2) уксусный альдегид;
- 3) этилен;
- 4) формальдегид.

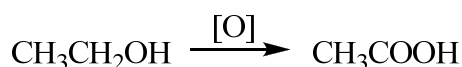
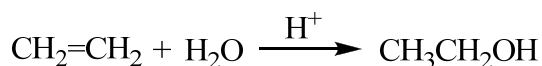
1) Первичные спирты окисляются до альдегидов, и далее – до карбоновых кислот



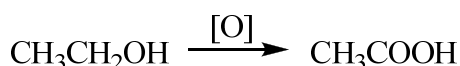
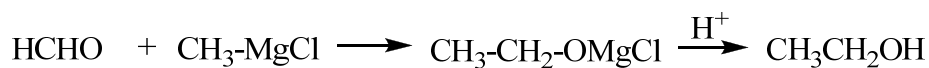
2) Окисление альдегида до соответствующей кислоты



3) Гидратация этилена приводит к образованию этанола, окислением которого получают уксусную кислоту



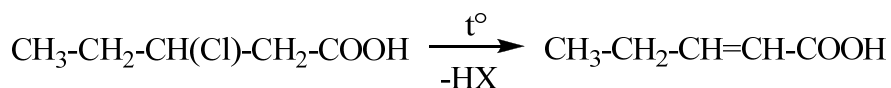
4) Использование магнийорганических соединений приводит к удлинению углеродной цепи и получению необходимого спирта



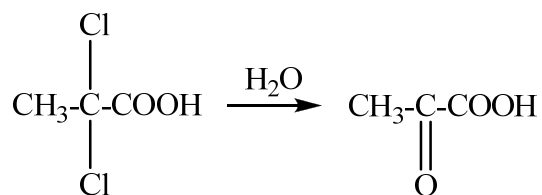
7. Напишите продукты реакции, которые образуются в результате следующих превращений:

- 1) нагревание 3-хлорпентановой кислоты;
- 2) гидролиз 2,2-дихлорпропановой кислоты;
- 3) окисление 2-метил-3-оксибутановой кислоты;
- 4) гидролиз 2,4-дихлорпентановой кислоты.

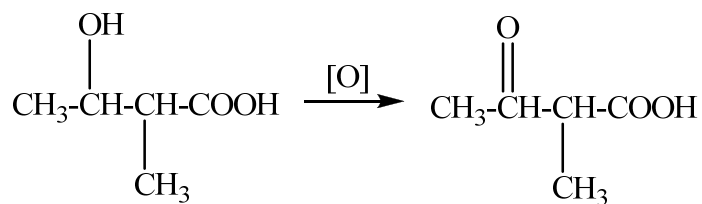
1) дегидрогалогенирование



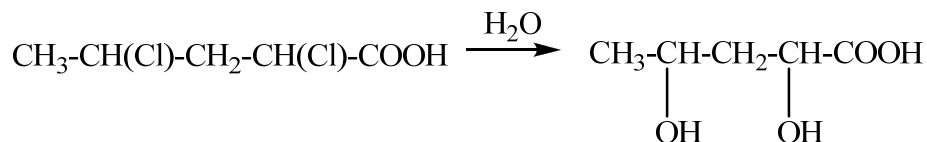
2) гидролизом 2,2-дихлорпропановой кислоты получают пировиноградную кислоту



3) гидроксигруппа окисляется до карбонильной группы



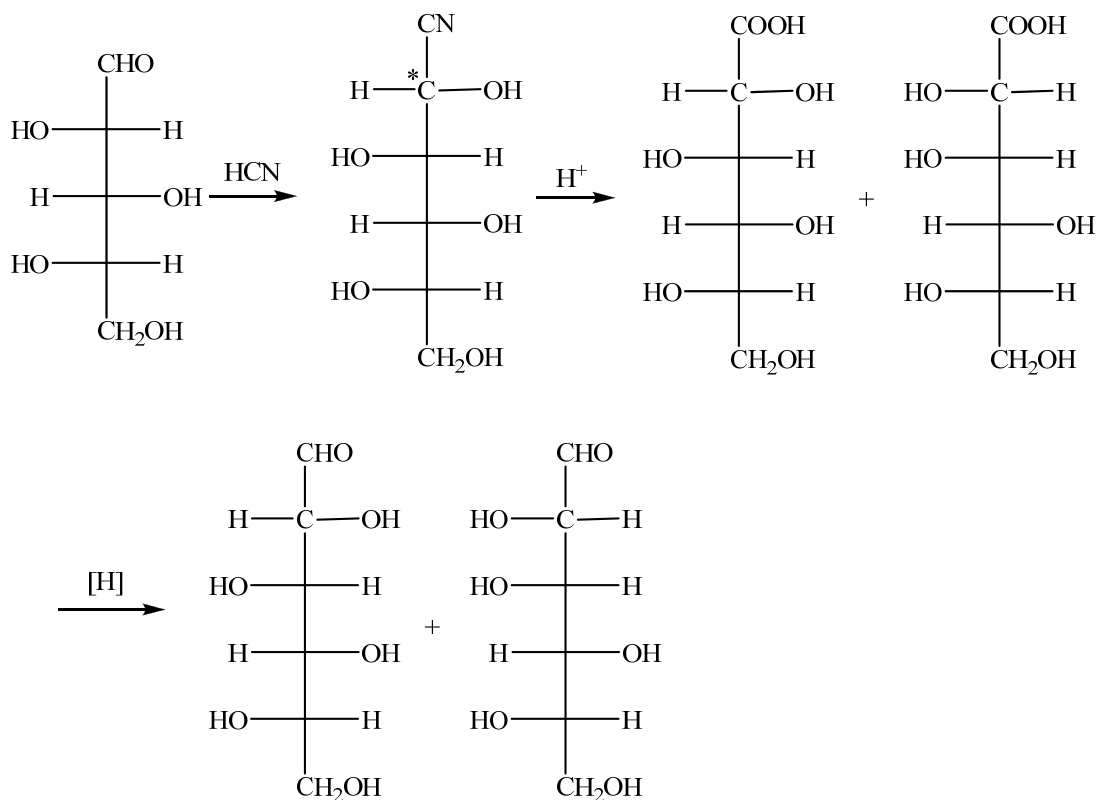
4) гидролиз галогенкарбоновых кислот приводит к образованию гидроксикарбоновых кислот



Примеры решения задач к разделу «Углеводы»

8. Приведите уравнения реакции синтеза L-глюкозы из L-арабинозы с использованием HCN.

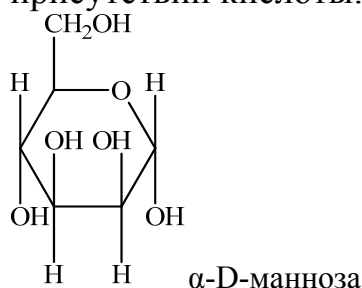
На первой стадии получаем циангидрин, который является смесью диастереомеров. Циангидрин после гидролиза дает кислоту, которую восстанавливают до альдозы, содержащей на один атом углерода больше, чем исходный моносахарид.



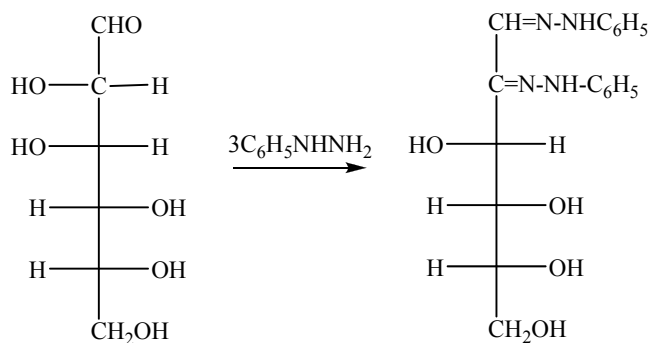
9. Нарисуйте структуру Хеуорса D-маннозы.

Приведите уравнения реакции взаимодействия данного моносахарида со следующими реагентами:

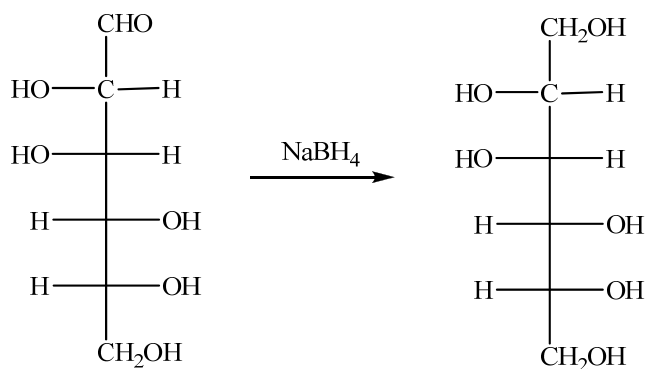
- 1) избыток фенилгидразина;
- 2) боргидрид натрия;
- 3) метиловый спирт в присутствии кислоты.



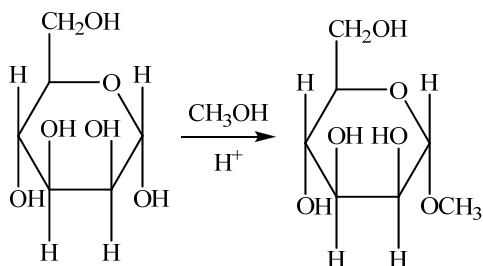
1) С избытком фенилгидразина при нагревании образуется фенилозозон



2) Восстановление протекает с образованием многоатомного спирта

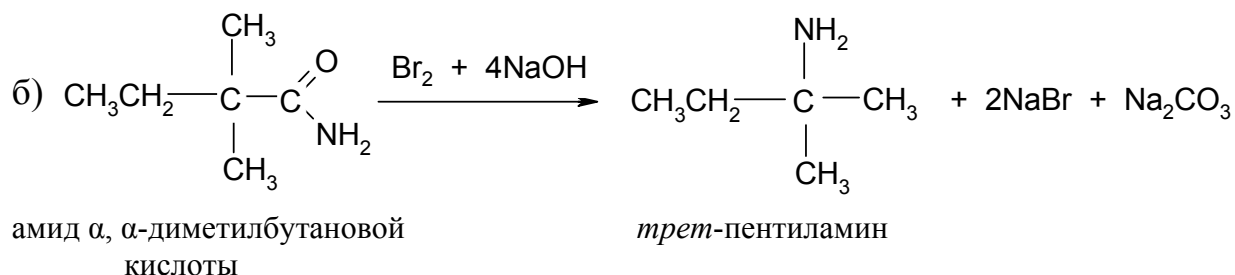
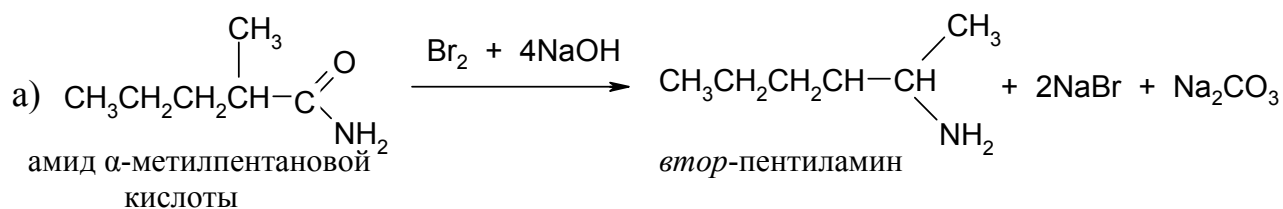


3) Под действием метилового спирта в присутствии кислоты метилированию подвергается лишь полуацетальная гидроксигруппа

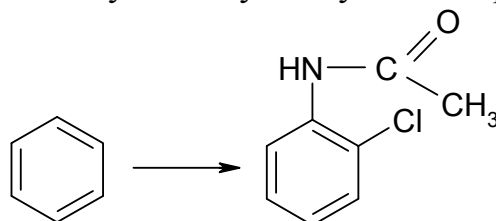


Примеры решения задач к разделу «Амины и амиды. Соли аммония»

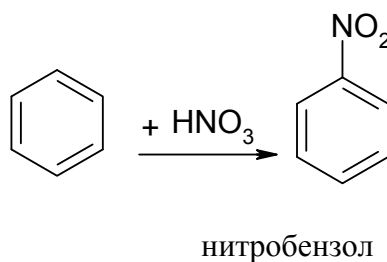
1. Получите из амидов соответствующих кислот с помощью перегруппировки Гофмана: а) втор-пентиламин; б) трет-пентиламин.



2. Предложите оптимальную схему следующего превращения:



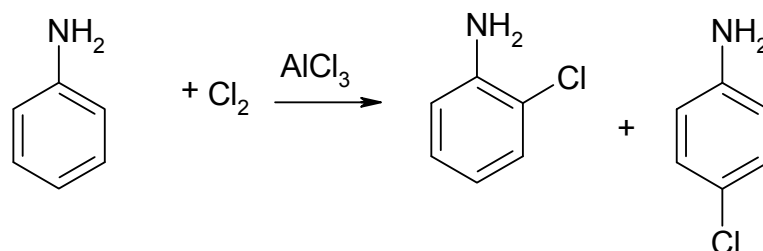
1. Нитрование бензола.



2. Реакция Зинина. Восстановление нитробензола до анилина (аминобензол).

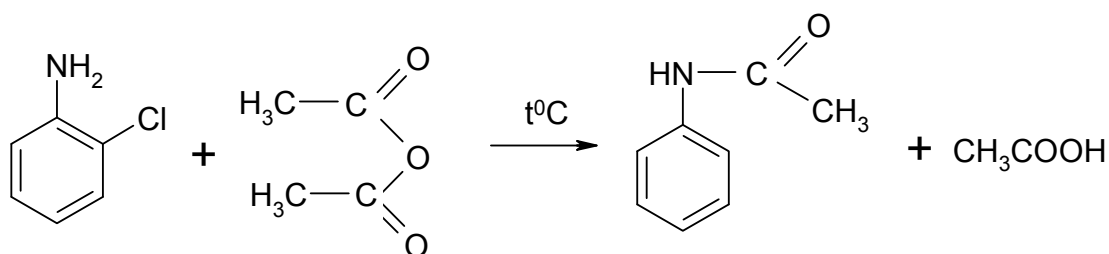


3. Хлорирование анилина. Реакция протекает в присутствии катализатора AlCl_3 с образованием *орто*-хлоранилин и *пара*-хлоранилин, так как NH_2 -группа является *орто*- и *пара*-ориентантом (ориентантом 1 рода)



орто-хлоранилин *пара*-хлоранилин

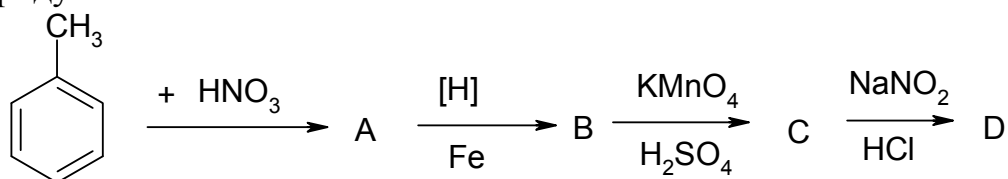
4. Ацилирование *орто*-аминохлорбензола уксусным ангидридом.



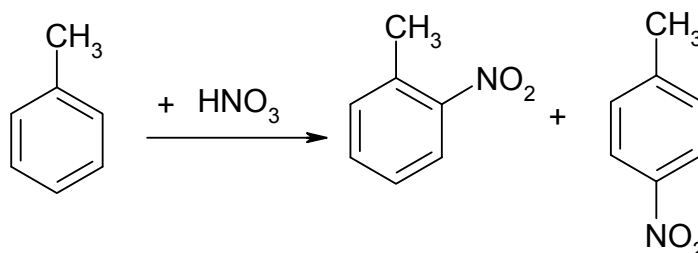
N-фенилацетамид

Примеры решения задач к разделу «Нитро- и нитрозосоединения»

1. Осуществите следующие превращения и назовите все образующиеся продукты:

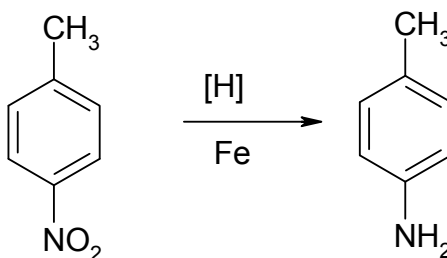


1. Нитрование толуола, в результате которого образуются *орто*-нитротолуол и *пара*-нитротолуол.



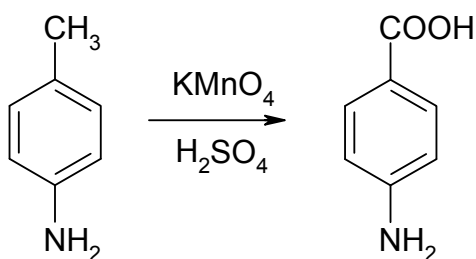
орто-нитротолуол
(*орто*-метилнитробензол)
пара- нитротолуол
(*пара*-метилнитробензол)

2. Восстановление *пара*-нитротолуола.



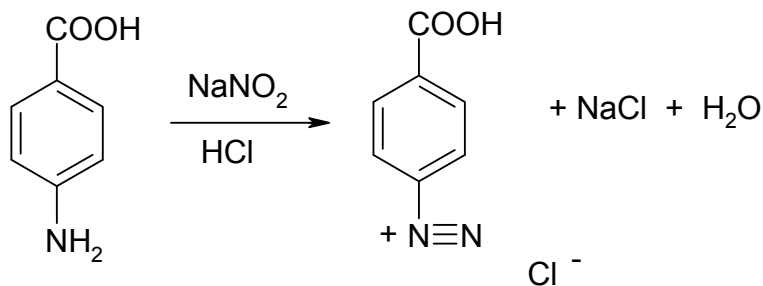
пара-аминотолуол
(*пара*-метилфенил)амин

3. Окисление *пара*-аминотолуола до *пара*-аминобензойной кислоты.



пара-аминобензойная кислота
пара-карбоксианилин

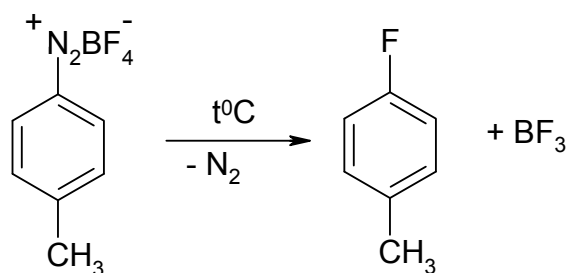
4. Взаимодействие *пара*-аминобензойной кислоты с азотистой кислотой



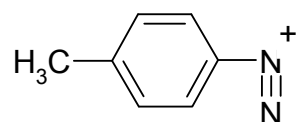
хлорид 4-карбоксифенилдиазония

Примеры решения задач к разделу «Диазо- и азосоединения»

1. Получите *пара*-фтортолуол из *пара*-толуолдиазонийтетрафторбората реакцией Шимана. Какой катион образуется при протекании этой реакции?

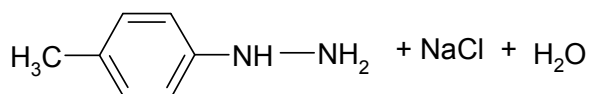
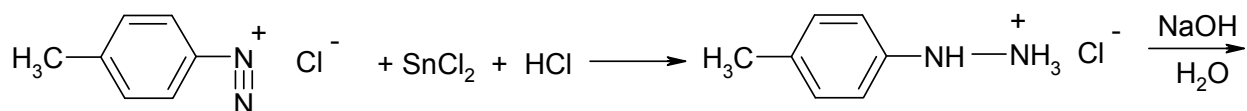


При протекании данной реакции образуется катион толуолдiazония:



2. Напишите реакцию получения *n*-метилфенилгидразина из *n*-метилбензолдiazонийхлорида.

Реакция заключается во взаимодействии *n*-метилбензолдiazонийхлорида с хлоридом олова в присутствии HCl и дальнейшем взаимодействии образующегося продукта со щелочью:



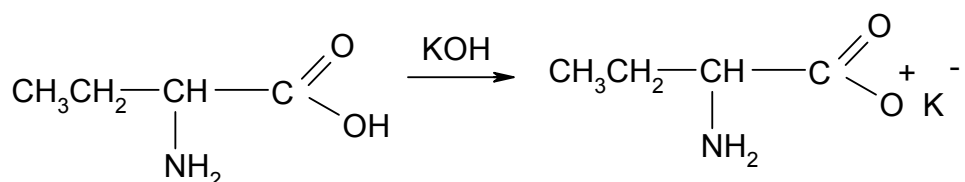
n-метилфенилгидразина

Примеры решения задач к разделу «Аминокислоты, белки»

1. Напишите уравнения реакции α-аминобутановой кислоты со следующими веществами:

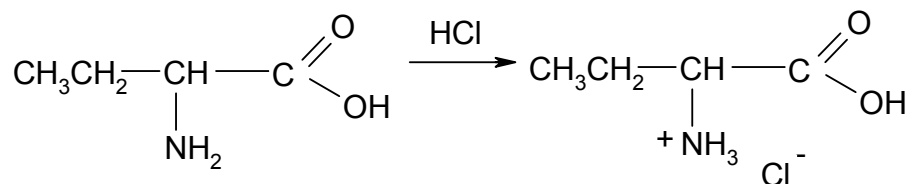
- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| а) водный раствор едкого кали; | г) уксусный ангидрид; |
| б) соляная кислота; | д) этанол (в присутствии HCl); |
| в) иодистый метил; | е) азотистая кислота. |

а) Проявление кислотных свойств аминокислот наблюдаются во взаимодействии с раствором щелочи (например, едкого кали).

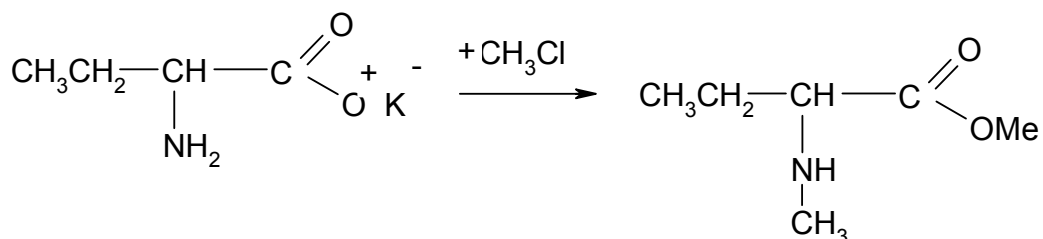


калиевая соль α -аминобутановой кислоты

б) Взаимодействие с соляной кислотой.

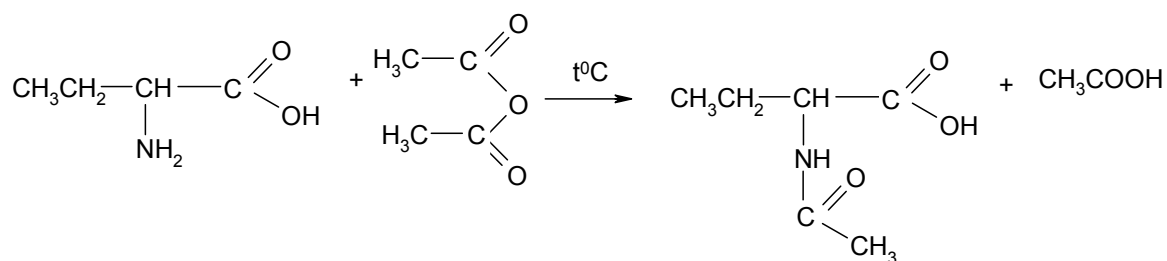


в) Реакция N-Алкилирования иодистым метилом. Протекает через стадию образования сначала калиевой соли α -аминобутановой кислоты, которая затем вступает в реакцию алкилирования.



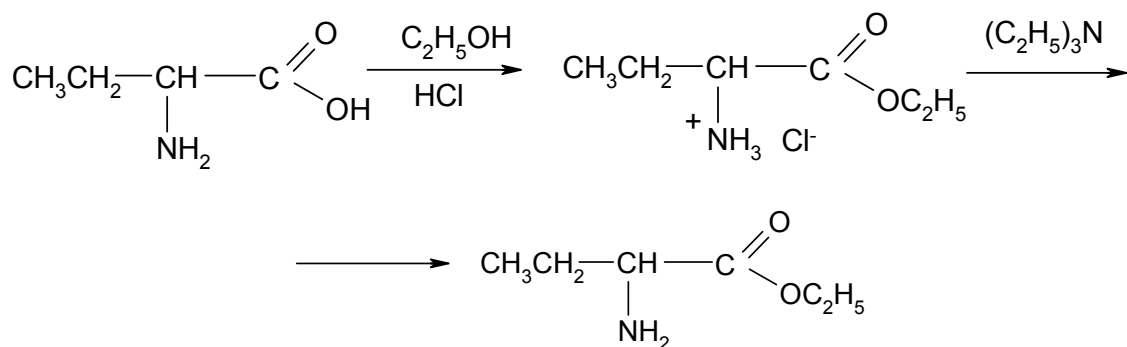
метилловый эфир α -метиламино-
бутановой кислоты

г) Реакция N-Ацилирования.

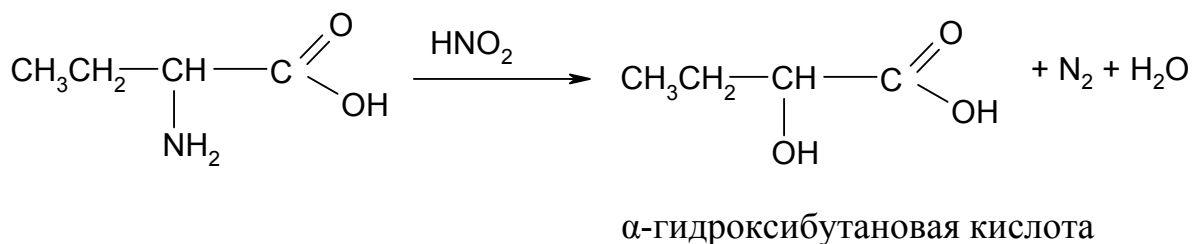


α -ацетиламинобутановая кислота

д) Реакция этерификации.

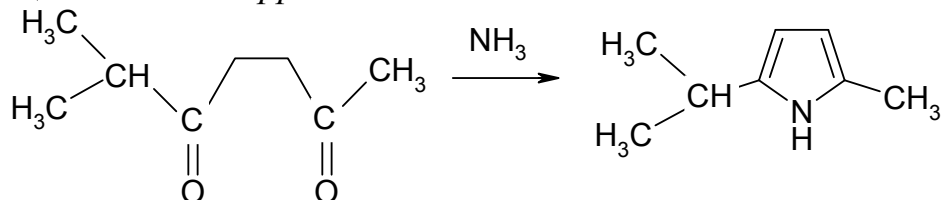


е) Реакция дезаминирования.



Примеры решения задач к разделу «Пятичленные гетероциклические соединения»

1. Предложите схему образования 2-метил-5-изопропилпиррола по реакции *Пааля-Кнорра*.

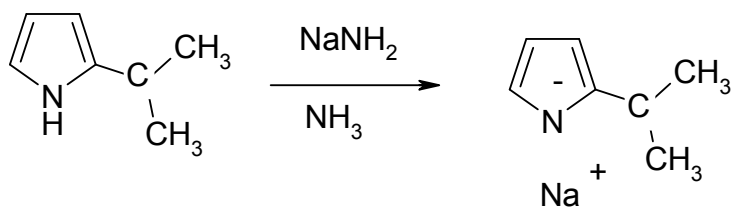


2. Какие вещества образуются при взаимодействии 2-изопропилпиррола с:

- а) амидом натрия;
- б) азотистой кислотой
- в) гидроксидом калия?

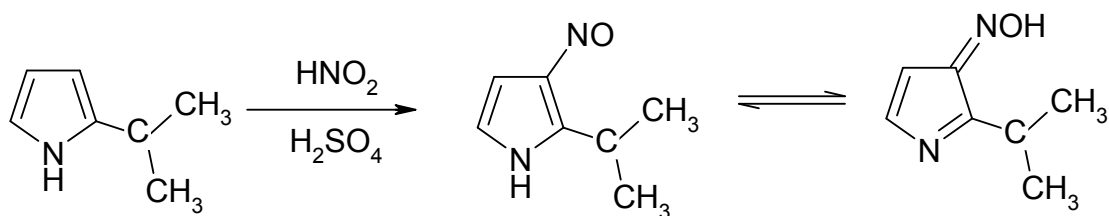
Напишите уравнения данных реакций и назовите полученные соединения.

а) Образование соли пиррола.



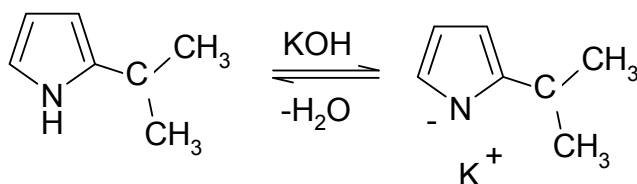
натриевая соль 2-изопропилпиррола

б) Реакция нитрозирования.



2-изопропил-3-нитрозопиррол

в) Проявление кислотных свойств пиррола в реакции с гидроксидом калия



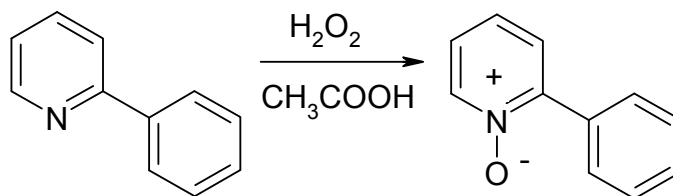
калиевая соль 2-изопропилпиррола
2-изопропилпирролят калия

Примеры решения задач к разделу «Шестичленные гетероциклические соединения»

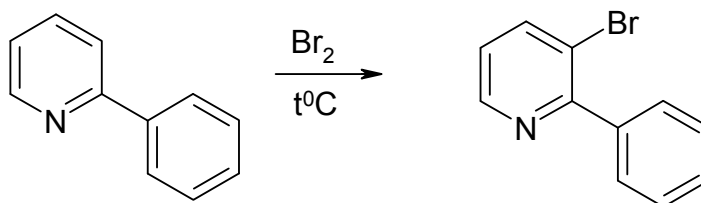
1. Как из 2-фенилпиридина получить следующие вещества:

- 2-фенилпиридин-N-оксид;
- 2-фенил-3-бромпиридин;
- 2-фенил-3-этилпиридин?

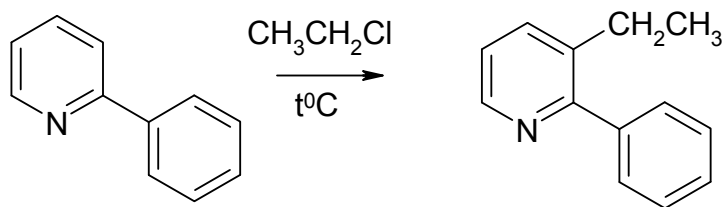
а) Реакция с перекисью водорода:



б) Бромирование:



в) Алкилирование хлористым этилом:



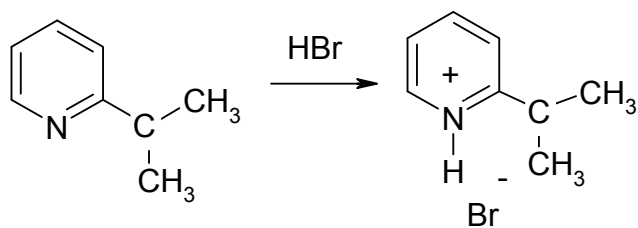
2. Как реагирует 2-изопропилпиридин со следующими веществами:

а) бромистый водород;

б) амид натрия;

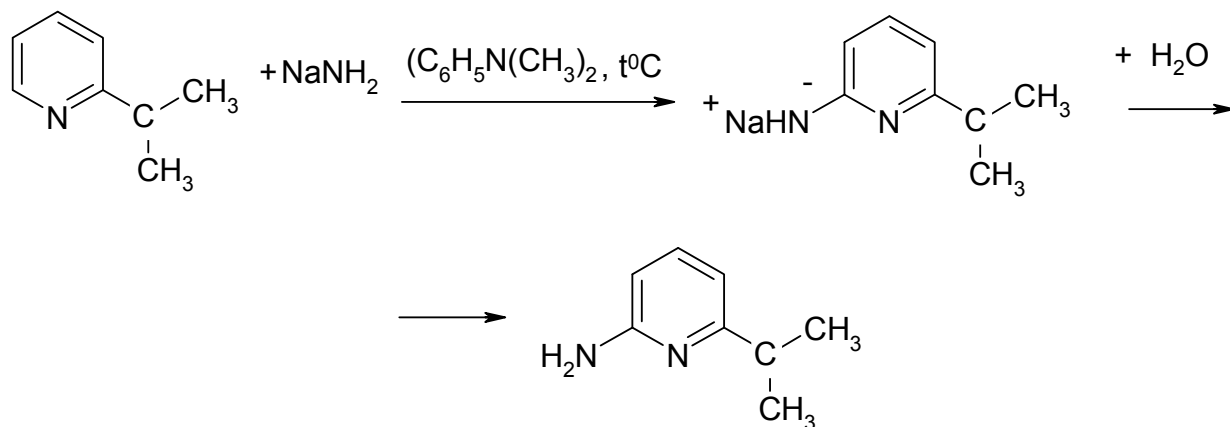
в) едкое кали (300°)?

а) Взаимодействие с HBr:



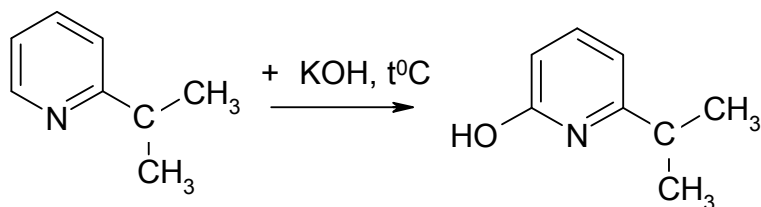
бромгидрат 2-изопропилпиридина

б) Реакция Чичибабина (с амидом натрия):



2-амино-6-изопропилпиридин

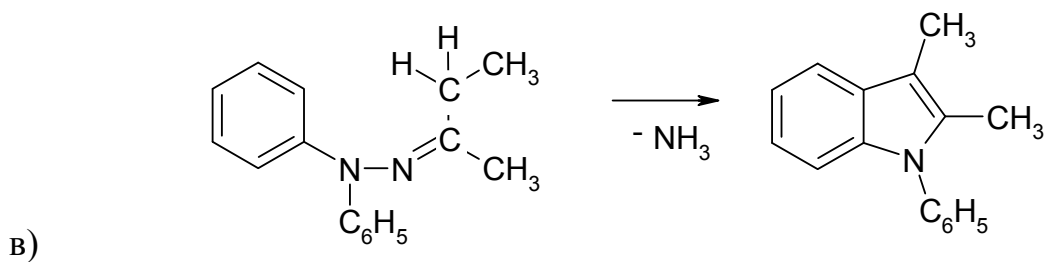
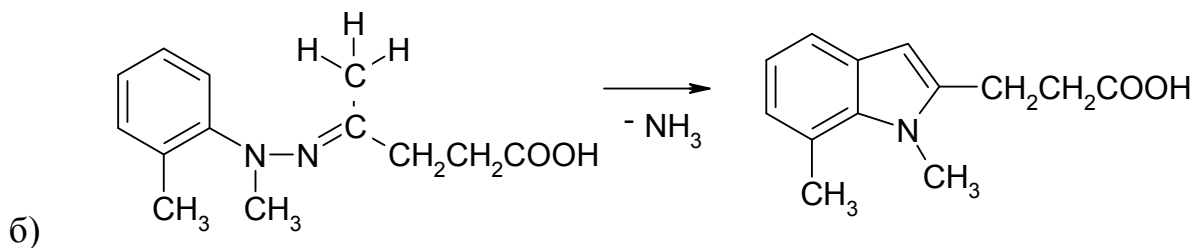
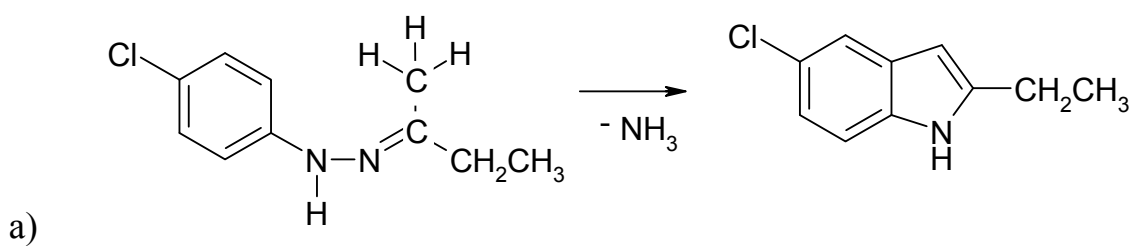
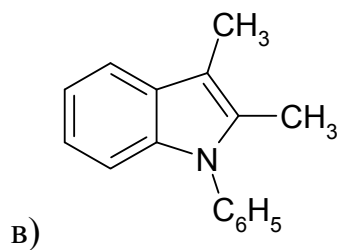
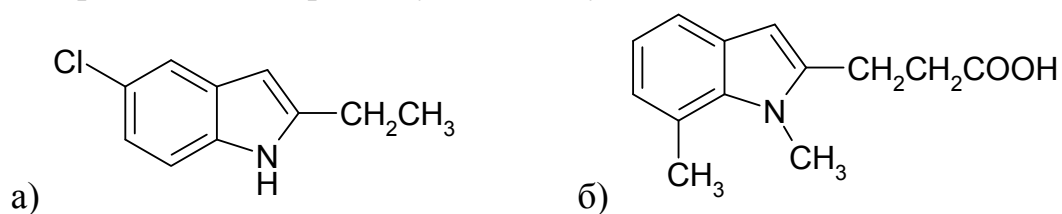
в) Взаимодействие с KOH:



2-гидрокси-5-изопропилпиридин

Примеры решения задач к разделу «Другие гетероциклические соединения»

1. Какие исходные арилгидразины и оксосоединения надо взять, чтобы с помощью *реакции Фишера* получить следующие соединения:



Библиографический список

1. Агрономов А.Е., Шабаров Ю.С. Лабораторные работы в органическом практикуме. М.: Химия, 1974. 230 с.
2. Артеменко А.И. Органическая химия: учебник для вузов. М.: Высш. шк., 2000.
3. Дж.Джоуль, Г. Смит. Основы химии гетероциклических соединений.- М.: Мир, 1975.
4. Животовская Г.П., Тихонов С.С., Щур Е.В. и др. Органическая химия: учебное пособие. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2004.
5. Ким Д.Г. Органическая химия в реакциях: Учеб.-справ. пособие. Челябинск: 2000. 87 с.
6. Кост А.Н., Сагитуллин Р.С., Терентьев А.П. Упражнения и задачи по органической химии: учебное пособие для ун-тов.- М.: Высшая школа, 1974.
7. Курц А.Л., Ливанцов М.В., Чепраков А.В. Задачи по органической химии с решениями.- М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004.
8. Несмеянов А.Н., Несмеянов Н.А. Начала органической химии. М.: Химия, 1969. Кн.1. 661 с.; Кн.2. 824 с.
9. Нейланд О.Я. Органическая химия. М.: Высш. шк., 1990. 751 с.
10. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. Часть 1. – М.: Изд. Московского университета, 1992.
11. Сборник задач по органической химии: учебное пособие /под ред. А.Е. Агрономова.- М.: Изд-во МГУ, 2000.
12. Терней А. Современная органическая химия. М.: Мир, 1981. Т.1. 678 с.; Т.2. 651 с.
13. Травень В.Ф. Органическая химия. В 2 т. – М.: Изд. Академкнига, 2001.
14. Шабаров Ю.С. Органическая химия. М.: Химия, 1994. Ч.1,2. 847 с.
- 15.

Вариант	Номера вопросов и упражнений									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	8(1,2)	80(1,2)	122(а,б)	39	26	57(1)	97(1)	144	207	208
2	8(3,4)	80(3,4)	122(в,г)	40	27	57(2)	97(2)	145	205	209
3	8(5,6)	80(5,6)	33	41(а,б)	28	57(3)	99(а)	146	207	210
4	8(7,8)	80(7,8)	37	41(в,г)	29	57(4)	99(б)	147	206	211
5	8(9,10)	80(9,10)	38	42	30	57(5)	99(в)	148	205	212
6	8(11,12)	81 (1,2)	60	43(а,б)	31	57(6)	105(а,б)	149	204	213
7	8(13,14)	81 (3,4)	61	43(в,г)	50	57(7)	105(в,г)	150	203	214
8	8(15,16)	81 (5,6)	78	44(д,е)	51	139(1)	105(д,е)	151	202	215
9	9(1,2)	81 (7,8)	79	86(а,б)	52(а,б)	139(2)	106(а,б)	152	201	216
10	9(3,4)	81 (9,10)	82	86(в,г)	52(в,г)	139(3)	106(в,г)	153	200	217
11	9(5,6)	81 (11,12)	83	87	53	139(4)	106(д,е)	154	199	218
12	9(7,8)	81 (13,14)	93(а)	88(а,б)	54(а,б)	139(5)	106(ж,з)	155	198	219
13	9(9,10)	81 (15,16)	93(б)	88(в,г)	54(в,г)	139(6)	107(1)	156	197	220
14	9(11,12)	81 (17,18)	94	89	55(а,б)	32(1)	107(2)	157	196	221
15	116(25,26)	81 (19,20)	101	90	55(в,г)	32(2)	109	158	195	222
16	34(1,2)	84(1,2)	102	13	56	32(3)	110	159	194	223
17	34(3,4)	84(3,4)	103	14	65	32(4)	111(а,б)	160	193	224
18	34(5,6)	84(5,6)	117	15	66	32(5)	111(в,г)	161	192	225
19	34(7,8)	84(7,8)	118	16	67	32(6)	112(а,б)	162	191	226
20	34(9,10)	84(9,10)	119	17	68	32(7)	112(в,г)	163	190	227
21	34(11,12)	84(11,12)	44	18	69	114(1)	115(а,б)	164	189	228
22	34(13,14)	84(13,14)	45	19	70	114(2)	115(в,г)	165	188	229
23	34(15,16)	84(15,16)	46	20	71	114(3)	115(д,е)	166	187	230
24	34(17,18)	85(1,2)	47	21	72	114(4)	115(ж,з)	167	186	208
25	34(19,20)	85(3,4)	48	120(а,б)	73	114(5)	115(и,к)	168	185	209
26	58(1,2)	85(5,6)	49	120(в,г)	74	114(6)	124	169	198	210
27	58(3,4)	85(7,8)	128	120(д,е)	91(а,б)	114(7)	126(а,б)	170	197	211
28	58(5,6)	85(9,10)	133	121(а,б)	91(в,г)	114(8)	126(в,г)	171	196	212
29	58(7,8)	116(1,2)	135	121(в,г)	91(д,е)	75	129(а,б)	172	195	213
30	58(9,10)	116(3,4)	136	121(д,е)	92(а,б)	76(а)	129(в,г)	173	194	214
31	58(11,12)	116(5,6)	79	62(а,б)	92(в,г)	76(б)	129(д,е)	174	193	215
32	58(13,14)	116(7,8)	1,2	62(в,г)	92(д,е)	77(1)	129(ж,з)	175	192	216
33	58(15,16)	116(9,10)	3	63	95(а,б)	77(2)	130	176	191	217
34	58(17,18)	116(11,12)	4	64 (а,б)	95(в,г)	77(3)	131(а,б)	177	190	218
35	58(19,20)	116(13,14)	5	64(в,г)	95(д,е)	77(4)	131(в,г)	178	189	219
36	59(1,2)	116(15,16)	6	64(д,е)	96(1,2)	77(5)	131(д,е)	179	188	220
37	59(3,4)	116(17,18)	7	23	96(3,4)	77(6)	134	180	187	221
38	59(5,6)	116(19,20)	10	24	96(5,6)	143(1)	138(а,б)	181	186	222
39	59(7,8)	116(21,22)	11	25	96(7,8)	143(2)	138(в,г)	182	185	223
40	9(12,13)	116(23,24)	12	98(а,б)	98(в,г)	143(3)	138(д,е)	183	184	224

Вари- ант	Номера вопросов и упражнений									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	248	271	292	459 (д-ж)	378	478	312 (а-в)	426	500	338
2	249	272	293	460 (а-г)	379 а	479	312 (г-е)	427	513	339
3	250	273	294	460 (д-и)	379 б	480	323	442 а	514	340
4	251	274	295	461	379 в	481	324	442 б	515	341
5	252	275	296	462	393	482	325	450 а	516 (а-в)	342
6	253	276	297	463	394	483	326 (а-в)	450 б	516 (г-е)	343
7	254	277	298	464	395	484 (а, б)	326 (г, д)	445	517	344
8	255	278	299	465	396	484 (в, г)	327	446 (а-в)	518 (а-г)	345
9	256	279	300	466	397	484 д*	328	446 (г-е)	518 (д-з)	346
10	257	280	301	467	398	485 (а, б)	329	447 (а, б)	521	347
11	258	281	302	468	399	485 (в*, г)	380	447 (в, г)	519 (а-в)	348
12	259	282	367	469	400	486	381	448 (а-в)	519 (г-е)	349
13	260	283	368	470	401	487	382	448 (г, д)	520	350
14	261	284	369	471	402	488	383	449	522 а	351 (а, б)
15	262	285	370	503 (а-г)	435	507	384	443	522 б	351 (в, г)
16	263	286	371	503 (д-з)	436	508	385	444	522 в*	352
17	264	287	372	503 (и-н)	437	509	386	451 а	542 а	353
18	265	288	273	504	438	510	403	451 б	542 б	354 а
19	266	289	374	505	439 а	511	404	451 в	523	354 б
20	267	290	387	506	439 б	512	405	451 г	542 в*	355
21	268	291	388	524 (а-г)	439 в	534 (а, б)	406	451 д	542 г	356
22	269	271	389	524 (д-ж)	439 г	534 (в, г)	407	451 е	542 д	357
23	270	272	390	524 (з*-к)	439 д	534 (д, е, ж)	408	489	543	358 а
24	247	273	391	525	439 е	535	409	490	544	358 б
25	246	274	392	526	440 а	536 а	410	491	545	358 в
26	245	275	428 (а-г)	527	440 б	536 б	411	492 (а, б, в)	546	358 г
27	244	276	428 (д-з)	528	440 в	536 в	412	492 (г, д)	547	359
28	243	277	428 (и-м)	529	440 г	536 г*	413	493	330 а	360
29	242	278	428 (н-р)	530	441 а	537 а	414	494 (а, б)	330 б	361
30	241	279	428 (с-у)	531	441 б	537 б	415	494 (в, г)	330 в	362
31	240	280	429	532	441 в	537 в	416	495	330 г	363
32	239	281	430	533	441 г	537 г	417	496	331	364
33	238	282	431	303	441 д	538 а*	418	497	332 а	365
34	237	283	432	304	472 (а, в)	538 б	419	498 (а, д)	332 б	366 а
35	236	284	433	305	472 б	538 в*	420	499	333 (а, б)	366 б
36	235	271	434	306	473	538 г	421	501	333 (в, г)	366 в
37	234	272	458 (а-г)	307	474	539	422	502	334	423
38	233	273	458 (д-з)	375	475	340	423	498 б*	335	424
39	232	274	458 (и-м)	376	476	307, 310, 311	424	498 в*	336	425
40	231	275	459 (а-г)	377	477	309	425	498 г*	337	426

СОДЕРЖАНИЕ

Углеводороды	3
Алифатические углеводороды	3
Алканы	3
Алкены	11
Алкины	17
Ароматические углеводороды	21
Галогенпроизводные углеводородов	30
Общие задания к разделу «Углеводороды»	34
Кислородсодержащие соединения	36
Спирты (одно-, двух- и трехатомные)	36
Простые эфиры	41
Фенолы	44
Альдегиды, кетоны, хиноны, оксимы	50
Кислоты, ангидриды, амиды, сложные эфиры кислот	56
Галоген-, гидрокси- и оксокислоты	61
Углеводы	65
Азотсодержащие органические соединения	72
Амины и амиды. Соли аммония	72
Нитро- и нитрозосоединения	83
Диазо- и азосоединения	88
Аминокислоты, белки	95
Гетероциклические соединения	101
Пятичленные гетероциклические соединения	102
Шестичленные гетероциклические соединения	111
Другие гетероциклические соединения	117
Лабораторная работа №1	122
«Углеводороды»	
Лабораторная работа №2	124
«Кислородсодержащие соединения»	
Лабораторная работа №3	129
«Азотсодержащие органические соединения»	
Лабораторная работа №4	131
«Гетероциклические соединения»	
Примеры решения задач	134
Библиографический список	159
Список рекомендуемой литературы	160

Дмитрий Гымнанович Ким, Анастасия Владимировна Журавлева, Татьяна
Владимировна Тюрина, Евгения Анатольевна Родионова

ВВЕДЕНИЕ В ОРГАНИЧЕСКУЮ ХИМИЮ

Под редакцией Д.Г. Кима

Техн.редактор

Издательство Южно-Уральского государственного университета